



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF ROAD STRUCTURES

HODNOCENÍ STAVU POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ V ČR ROAD CONDITION RATING IN CZECH REPUBLIC

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ NOWAK

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR HÝZL, Ph.D.

BRNO 2012



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	B3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Bakalářský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3647R013 Konstrukce a dopravní stavby
Pracoviště	Ústav pozemních komunikací

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Student	Tomáš Nowak
Název	Hodnocení stavu pozemních komunikací v ČR
Vedoucí bakalářské práce	Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Datum zadání bakalářské práce	30. 11. 2011
Datum odevzdání bakalářské práce	25. 5. 2012
V Brně dne 30. 11. 2011	

.....
doc. Dr. Ing. Michal Varaus
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT

Podklady a literatura

Technické podmínky MD č. 82 Katalog poruch netuhých vozovek

Technické podmínky MD č. 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek

ČSN EN 13108-1 Asfaltový beton

Řada norem pro zkoušení asfaltových směsí řady 12697

Zásady pro vypracování

Cílem práce bude rešeršní formou zmapovat technický stav silniční sítě v ČR. Pozornost bude věnována nejen aktuálnímu stavu, ale optimálnímu financování sítě PK.

Předepsané přílohy

1. Úvod
2. Popis stavu sítě PK
3. Problematika financování údržby a oprav PK
4. Závěr
5. Licenční smlouva o zveřejňování vysokoškolských kvalifikačních prací

.....
Ing. Petr Hýzl, Ph.D.
Vedoucí bakalářské práce

LICENČNÍ SMLOUVA POSKYTOVANÁ K VÝKONU PRÁVA UŽÍT ŠKOLNÍ DÍLO

uzavřená mezi smluvními stranami:

1. Pan/paní

Jméno a příjmení: Tomáš Nowak

Bytem: Hlavní 315, Albrechtice 73543

Narozen/a (datum a místo): 12.2.1989

(dále jen „autor“)

a

2. Vysoké učení technické v Brně

Fakulta stavební

se sídlem Veveří 331/95, Brno 602 00

jejímž jménem jedná na základě písemného pověření děkanem fakulty:

doc. Dr. Ing. Michal Varaus

(dále jen „nabyvatel“)

Článek 1 Specifikace školního díla

1. Předmětem této smlouvy je vysokoškolská kvalifikační práce (VŠKP):

- ☐ disertační práce
 - ☐ diplomová práce
 - ☒ bakalářská práce
 - ☐ jiná práce, jejíž druh je specifikován jako
- (dále jen VŠKP nebo dílo)

Název VŠKP: HODNOCENÍ STAVU POZEMNÍCH KOMUNIKACÍ V
ČR

Vedoucí/ školitel VŠKP: Ing. PETR HÝZL, Ph.D.
Ústav: Ústav pozemních komunikací

Datum obhajoby VŠKP:

VŠKP odevzdal autor nabyvateli v*:

- ☐ tištěné formě – počet exemplářů 1
- ☐ elektronické formě – počet exemplářů 1

* hodící se zaškrtněte

2. Autor prohlašuje, že vytvořil samostatnou vlastní tvůrčí činností dílo shora popsané a specifikované. Autor dále prohlašuje, že při zpracovávání díla se sám nedostal do rozporu s autorským zákonem a předpisy souvisejícími a že je dílo dílem původním.
3. Dílo je chráněno jako dílo dle autorského zákona v platném znění.
4. Autor potvrzuje, že listinná a elektronická verze díla je identická.

Článek 2

Udělení licenčního oprávnění

1. Autor touto smlouvou poskytuje nabyvateli oprávnění (licenci) k výkonu práva uvedené dílo nevýdělečně užít, archivovat a zpřístupnit ke studijním, výukovým a výzkumným účelům včetně pořizování výpisů, opisů a rozmnoženin.
2. Licence je poskytována celosvětově, pro celou dobu trvání autorských a majetkových práv k dílu.
3. Autor souhlasí se zveřejněním díla v databázi přístupné v mezinárodní síti
 - ☐ ihned po uzavření této smlouvy
 - ☐ 1 rok po uzavření této smlouvy
 - ☐ 3 roky po uzavření této smlouvy
 - ☐ 5 let po uzavření této smlouvy
 - ☐ 10 let po uzavření této smlouvy(z důvodu utajení v něm obsažených informací)
4. Nevýdělečné zveřejňování díla nabyvatelem v souladu s ustanovením § 47b zákona č. 111/1998 Sb., v platném znění, nevyžaduje licenci a nabyvatel je k němu povinen a oprávněn ze zákona.

Článek 3

Závěrečná ustanovení

1. Smlouva je sepsána ve třech vyhotoveních s platností originálu, přičemž po jednom vyhotovení obdrží autor a nabyvatel, další vyhotovení je vloženo do VŠKP.
2. Vztahy mezi smluvními stranami vzniklé a neupravené touto smlouvou se řídí autorským zákonem, občanským zákoníkem, vysokoškolským zákonem, zákonem o archivnictví, v platném znění a popř. dalšími právními předpisy.
3. Licenční smlouva byla uzavřena na základě svobodné a pravé vůle smluvních stran, s plným porozuměním jejímu textu i důsledkům, nikoliv v tísní a za nápadně nevýhodných podmínek.
4. Licenční smlouva nabývá platnosti a účinnosti dnem jejího podpisu oběma smluvními stranami.

V Brně dne: 26.2.2012.

.....
Nabyvatel

.....
Autor

Bibliografická citace VŠKP

NOWAK, Tomáš. *Hodnocení stavu pozemních komunikací v ČR*. Brno, 2011. 55 s. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav pozemních komunikací. Vedoucí diplomové práce Ing. Petr Hýzl Ph.D.

Abstrakt

Bakalářská práce mapuje technický stav silniční sítě v ČR. Pozornost je zvláště věnována silnicím II. a III. třídy a problematice financování sítě pozemních komunikací.

Klíčová slova

Spolehlivost vozovky, provozní způsobilost, únosnost vozovky, trvanlivost obrusné vrstvy, poruchy vozovek, systém hospodaření s vozovkou

Abstract

This Bachelor's Thesis maps technical condition of road network in Czech Republic. Attention is especially devoted to 2ND and 3RD class road and the issue of financing the infrastructure.

Keywords

Reliability of the pavements, operational eligibility, bearing capacity of pavement, surface course durability, failure of pavements, pavement management system

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracoval(a) samostatně, a že jsem uvedl(a) všechny použité, informační zdroje.

V Brně dne 26.2.2012

.....
Tomáš Nowak

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Petru Hýzlovi, Ph.D. za profesionální vedení, přístup a poskytované odborné rady k řešené problematice. Poděkování také patří firmě PavEx[®] Consulting, s.r.o., zvláště panu Ing. Lud'ku Mališovi za cenné rady a podklady použité k vypracování práce.

OBSAH:

1.	ÚVOD	12
2.	TEORETICKÁ ČÁST	14
2.1	Vybrané základní pojmy	14
2.2	Zásady plánování a navrhování údržby nebo oprav	15
2.2.1	Síťová úroveň	16
2.2.2	Projektová úroveň	17
2.3	Podklady pro síťovou úroveň	18
2.4	Podklady pro projektovou úroveň	19
2.5	Návrh údržby a oprav vozovky	19
2.5.1	Návrh běžné údržby	19
2.5.2	Návrh údržby	20
2.5.3	Návrh opravy	20
2.6	Ekonomické posouzení a rozhodnutí o údržbě a opravách	21
2.6.1	Výběr technologie údržby nebo opravy	21
2.6.2	Kritéria optimalizace využití finančních prostředků na údržbu a opravy	21
2.7	Technologie údržby a oprav vozovek	22
3.	SYSTÉMY HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU	23
3.1	Funkce SHV	23
3.2	Podklady pro síťovou úroveň SHV	24
3.3	Podklady pro projektovou úroveň SHV	25
3.4	Systém hospodaření s vozovkou – RoSy [®] PMS	27
3.4.1	Historie systému	27
3.4.2	Funkce systému	27
3.4.3	Struktura systému	28
3.4.4	Dodatečné informace	32
4.	POPIS STAVU SÍTĚ PK	33
4.1	Současný stav silniční infrastruktury	33
4.2	Ekonomické aspekty ovlivňující kvalitu silniční sítě	34
4.3	Technické aspekty stávajícího stavu PK	34
4.4	Sledování stavu povrchu vozovek	35
4.5	Diagnostika vozovek jako podklad pro projekty oprav	36
4.5.1	Podrobná vizuální prohlídka	36

4.5.2	Měření únosnosti rázovým zařízením.....	36
4.5.3	Vývrty, georadar	39
4.5.4	Laboratorní rozborů	41
4.5.5	Měření podélných a příčných nerovností.....	41
4.5.6	Měření drsností – nehodové úseky	43
4.6	Hodnocení dat o poruchách.....	44
4.6.1	Stav – VÝBORNÝ (1).....	45
4.6.2	Stav – DOBRÝ (2).....	45
4.6.3	Stav – VYHOVUJÍCÍ (3)	46
4.6.4	Stav – NEVYHOVUJÍCÍ (4)	46
4.6.5	Stav – HAVARIJNÍ (5)	47
4.7	Stav povrchu vozovek silnic II. a III. tříd v roce 2010	48
4.8	Stav povrchu vozovek dle krajů v roce 2010	49
4.9	Vývoj stavu povrchu vozovek.....	50
4.9.1	Vývoj stavu povrchu vozovek v jednotlivých kategoriích	51
4.9.2	Stav povrchu vozovek silnic II. třídy – kraj Vysočina	52
5.	PROBLEMATIKA FINANCOVÁNÍ ÚaO PK.....	53
5.1	Zdroje financování silniční infrastruktury	53
5.2	Čerpání rozpočtu SFDI za rok 2011.....	54
5.3	Plán údržby a oprav.....	54
5.3.1	Finanční plán.....	55
5.3.2	Rozpočet	56
5.4	Kritéria pro srovnání rozpočtu s finančním plánem nebo pro hodnocení úspěšnosti rozpočtu	57
5.4.1	Stanovení délky rizikových úseků	57
5.4.2	Stanovení průměrné životnosti povrchu vozovky	57
5.4.3	Stanovení vývoje hodnoty vozovek.....	58
5.5	Plán optimálního financování ÚaO	59
5.6	Plán ÚaO s omezeným rozpočtem	60
5.7	Příklad financování pomocí úvěru	61
6.	ZÁVĚR	62
6.1	Stav pozemních komunikací v ČR.....	62
6.2	Hodnocení alternativ financování	62

1. ÚVOD

Dopravní infrastruktura představuje v moderní společnosti dlouhodobý majetek strategického významu. Jen těžko si lze představit rychlejší rozvoj a další zlepšování životní úrovně občanů jednotlivých států bez fungující a dostupné infrastruktury. Síť pozemních komunikací v tomto ohledu sehrává nezastupitelnou roli a představuje dnes v zásadě klíčový dopravní systém, který umožňuje přesouvat zboží, materiál i občany jako takové.

Česká republika se dnes řadí mezi rozvinuté země, a to navzdory nedobudované dálniční síti. I přes tento nedostatek patří k důležitým křižovatkám silniční dopravy spojující všechny světové strany, což dokládá přetrvávající zájem investorů logistických center. Význam ČR navíc v zásadě podporuje i poměrně hustá a rozvinutá silniční síť budovaná minimálně posledních 50 let. Této skutečnosti na druhé straně odpovídá v řadě případů i stav vozovek nebo fáze životního cyklu, ve které se logicky nacházejí. Vlivem této skutečnosti obdobně jako pro většinu vyspělých ekonomik i pro ČR platí, že nastupující období bude mnohem více určováno potřebami efektivní správy, údržby a obnovy stávající sítě pozemních komunikací než výraznějším budováním nových úseků dálnic, rychlostních komunikací apod.

Klíčovou úlohu i z hlediska správy a údržby pozemních komunikací přitom sehrávají právě dostupné prostředky a možnosti veřejných rozpočtů, resp. efektivita využití a přerozdělení příjmů jednotlivých národních ekonomik. Nedostačující finanční prostředky a změny potřeb společnosti ovlivňují v řadě zemí přístup k problematice poptávky a nabídky ve veřejné infrastruktuře, kterou zdaleka netvoří jen pozemní komunikace, ale patří sem též školství, zdravotnictví, justice apod. Z hlediska dalšího vývoje a budoucnosti je žádoucí vytvářet nové vize a úsilí zaměřit na nové alternativy přístupu [1].

Stávající stav netuhých vozovek silniční sítě České republiky je ve srovnání s okolními vyspělými zeměmi (Německo, Rakousko) špatný a je otázkou, zda-li jej lze za současných ekonomických poměrů a restriktivních opatření vůbec zlepšit. Zde narážíme na jedné straně na ekonomické aspekty, které jsou pro danou záležitost klíčové, druhá stránka věci je oblast technická, kde se lze zamyslet nad druhy používaných asfaltových směsí a stavem předpisů, které jsou v současnosti pro návrh těchto směsí používány [2].

Pozemní komunikace se v České republice vyžadují zvýšené nároky na údržbu a opravy či rozsáhlejší obnovu a rekonstrukci celých silničních a dálničních úseků, u kterých jsou patrné zjevné známky postupného dožívání konstrukce nebo kde vlivem nárůstu

intenzity silniční dopravy dochází k rychlejšímu vzniku závažných poruch. Tato skutečnost je v ČR specificky dána nejen fází životního cyklu, v níž se řada konstrukcí vozovek nachází, nýbrž i částečnou zanedbaností nebo neefektivním prováděním preventivní i periodické údržby v uplynulých desetiletích, která byla způsobena jak zjevným podfinancováním pravidelné údržby, tak i nedůsledností při jejím provádění či kontrole, a v řadě případů volbou levnějších technologií a nevhodných technických řešení. Poslední uvedená skutečnost je do velké míry charakteristická především pro pozemní komunikace nižších tříd. Kvalitou se nejen rozumí, že určitá porucha byla odstraněna a vozovka je jednoduše pro další zimní období černá, nýbrž i jakými postupy a s jakou životností jsou jednotlivé opravy či práce údržby prováděny.

Je více než smutnou skutečností, že se v oblasti údržby silniční infrastruktury vytvořil výrazný převis mezi potřebami prostředků na sanaci současného stavu a tím, co lze z dostupných finančních prostředků opravit či obnovit. Tento fakt bezprostředně vede k rychlému poklesu kvalitativní úrovně stávajících konstrukcí vozovek, ke snížení komfortu pro uživatele a ke zhoršení bezpečnosti provozu. Celkový stav potom dále negativně ovlivňuje pokračující nevhodné upřednostňování levnějších či méně vhodných technologií, navíc z hlediska působení různých vlivů zpravidla technologií s kratší životností, které vykazují dřívější opotřebení, nižší odolnost vůči působícím dopravním i klimatickým vlivům a rychlejší únavu materiálu. Děje se to navzdory znalosti průběžného nárůstu intenzity dopravy i celkového technického stavu. Jeden z důvodů lze zřejmě spatřovat v chybějících technicko-ekonomických nástrojích správců veřejného majetku, kterými jsou analýza a důsledné řízení dlouhodobých nákladů životního cyklu konstrukcí. Další skutečností je přístup jednotlivých správců k existujícím technickým předpisům, jejich nedůsledné využívání a vytváření mnohdy vlastních představ o technické politice při správě, obnově a rozvoji infrastruktury. Technické předpisy vytvářené na úrovni Ministerstva dopravy ČR (v řadě případů ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic ČR) jsou zpravidla důsledně aplikovány u dálnic, rychlostních komunikací a silnic I. třídy, u zbývajících silniční sítě se lze setkat s aplikací velké různorodosti přístupů a s využitím technických předpisů různé úrovně. Ukazuje se tak, že deset let trvající rozdělení odpovědnosti za pozemní komunikace mezi Ministerstvo dopravy ČR, městské samosprávy a vyšší územně samosprávné celky, lze považovat za nevhodné řešení, které dosud neumožnilo sjednotit přístupy a vytvořit jednotnou strategii dalšího rozvoje [1].

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Vybrané základní pojmy

Spolehlivost vozovky je schopnost vozovky umožnit bezpečný, plynulý, rychlý, hospodárný, a komfortní provoz silničních vozidel v požadovaném úseku; základní charakteristikou spolehlivosti vozovky je její provozní způsobilost a únosnost, trvanlivost obrusné vrstvy, udržovatelnost a opravitelnost.

Provozní způsobilost je vlastnost povrchu vozovky; je hodnocena klasifikací aktuálních parametrů protismykových vlastností, podélné a příčné nerovnosti případně dopravního hluku při odvalování pneumatik.

Únosnost vozovky je schopnost vozovky a podloží přenášet dopravní zatížení, které se vyjadřuje zatížením nápravou nebo sestavou kol a počtem opakování těchto zatížení; při posuzování vozovky s daným dopravním zatížením se únosnost vozovky vyjádří zbytkovou dobu životnosti, což je nejzazší doba do potřeby provést opravu konstrukce vozovky.

Trvanlivost obrusné vrstvy je její schopnost odolávat vlivům dopravy a klimatickým vlivům; při navrhování údržby nebo oprav se používají pojmy předpokládané a zbytkové doby životnosti obrusné vrstvy, jako doby do provedení její údržby nebo opravy při daném dopravním zatížení.

Poruchy vozovek postihují všechny vrstvy vozovek a podloží; schéma vozovky, poruch jednotlivých vrstev a vozovky, stanovovaných parametrů vozovek, výskyt jednotlivých druhů poruch.

Návrhová úroveň porušení je předpokládaný vývoj porušování, který je v TP87 stanoven druhem a rozsahem poruch.

Systém hospodaření s vozovkou SHV (angl. Pavement Management System – PMS) – poskytuje aktuální a objektivní informace o stavu PK a jeho účelem je optimalizace stavebních činností na základě získaných údajů a znalostí o dostupných technologiích

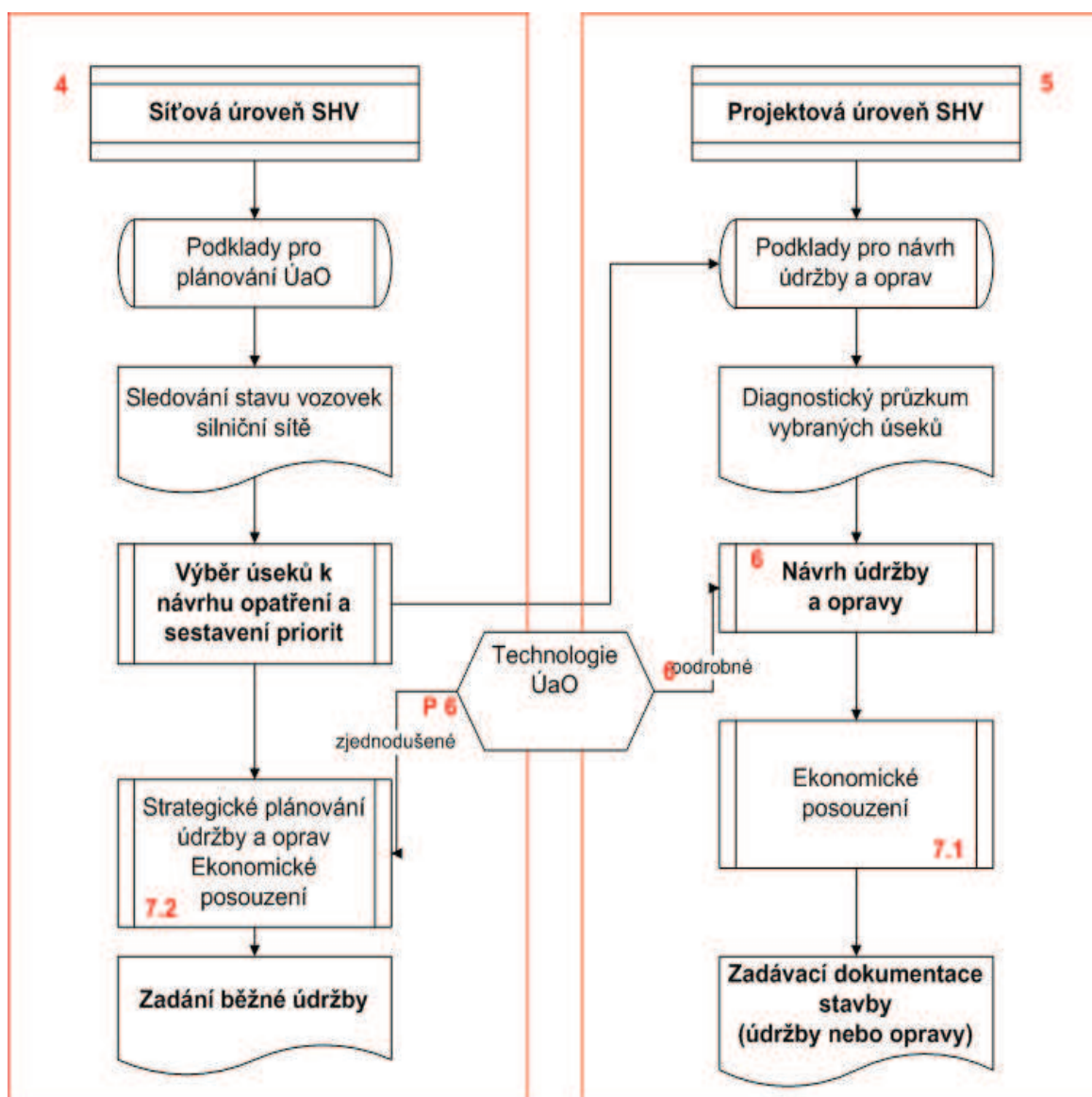
s cílem dosáhnout technicky a ekonomicky optimálního využití vložených prostředků, popř. dosažení jiných zvolených priorit [3].

2.2 Zásady plánování a navrhování údržby nebo oprav

Proces měření a hodnocení proměnných parametrů a/nebo sběr poruch vozovek a navrhování údržby nebo opravy vozovek se provádí ve dvou odlišných úrovních s uvedenými činnostmi:

- síťová úroveň – plánování údržby nebo opravy spravované sítě PK, je cyklický opakovaný proces posuzování sítě PK vyhledávající sítě PK, které nesplňují požadavky provozní způsobilosti a/nebo výskytu poruch vozovky a navrhuje se k provedení běžné údržby nebo přípravě údržby nebo opravy tak, aby se údržba nebo oprava mohla provést ve vhodný čas a optimální technologií,
- projektová úroveň – návrh údržby nebo opravy úseků PK, které byly v předešlé úrovni k údržbě a opravě vybrány (zpracování dokumentace údržby nebo opravy s návrhem jejího způsobu a technologie provedení), je zaměřen na okamžité provedení technologií údržby nebo opravy. Odložení údržby nebo opravy zpravidla vede ke zhoršení provozní způsobilosti a/nebo vývoji poruch co do významu a rozsahu.

Obě úrovně při zajišťování podkladů na sebe navazují. Činnosti v rámci síťové úrovně končí buď zadáním a/nebo provedením běžné údržby nebo předáním podkladů pro projektovou úroveň – návrh údržby nebo opravy [3].



Obr. č. 1 – Schematické znázornění postupu plánování a návrhu údržby a oprav. Očíslované části odpovídají jednotlivým kapitolám TP [10].

2.2.1 Sít'ová úroveň

Plánování údržby nebo opravy je založeno na těchto podmiňujících krocích, které jsou schematicky znázorněny na obr. č. 1:

- získání základních údajů o komunikacích posuzované sítě PK (lokalizace, délka, šířka, směrové a výškové vedení, skladba konstrukce vozovky, apod.),
- zatřídění PK a zjištění charakteristik silničního provozu (dopravní nehody, dovolené rychlosti), které jsou důležité pro stanovení požadovaných hodnot charakteristik provozní způsobilosti,

- stanovení dopravního zatížení PK s výhledem na její budoucí užívání,
- zjištění aktuálních parametrů provozní způsobilosti (protismykové vlastnosti, příčné a podélné nerovnosti povrchu vozovky) a/nebo poruch vozovek,
- vyhodnocení parametrů provozní způsobilosti a/nebo druhu a rozsahu poruch, případně únosnosti vozovky podle klasifikační stupnice; vyhodnocení je podkladem pro převzetí nové vozovky nebo reklamaci v záruční době a dále pro rozhodnutí o provedení běžné údržby či údržby nebo opravy,
- odhad nákladů na údržbu nebo opravu jednotlivých úseků, které nesplňují požadavky provozní způsobilosti a/nebo vykazují nepřiměřený výskyt poruch co do druhu nebo rozsahu,
- stanovení časového plánu údržby nebo opravy jednotlivých úseků optimalizací s ohledem na celospolečenský přínos návrhů oprav a využití dostupného objemu finančních prostředků určených na údržbu a opravy spravované sítě PK s ohledem na nehodovost, na správnost, hospodářská a jiná hlediska,
- v případě, že správce nezajišťuje běžnou údržbu vlastními prostředky, zpracuje nebo zajistí zadávací dokumentaci na její provedení.

Zodpovědnost za uvedený postup má správce sítě PK [3].

2.2.2 Projektová úroveň

Postup návrhu údržby nebo opravy vybraných úseků PK.

Na základě zpracovaného plánu údržby nebo opravy jednotlivých úseků PK správce zadává diagnostický průzkum a zpracování dokumentace, která je podkladem pro údržbu, opravu nebo rekonstrukci vozovky. Při zpracování zadávací dokumentace údržby nebo opravy je nutno:

- soustředit všechny dosavadní podklady, které vedly k plánování údržby nebo opravy,
- zajistit zpracování diagnostického průzkumu a zadávací dokumentace stavby v těchto krocích:
 - zpracování záznamu poruch se stanovením lokality, druhu a rozsahu poruch,
 - podle druhu poruch posouzení únosnosti vozovky, provedení a vyhodnocení vrtaných a kopaných sond pro stanovení příčin poruch,

- provedení a vyhodnocení zaměření vozovky a jejího nejbližšího okolí, zohlednění možnosti úpravy příčných a podélných sklonů a vyrovnání vozovky,
- uvážit pro návrh údržby nebo opravy vhodné a dostupné technologie,
- provést ekonomické vyhodnocení různých variant technologií oprav,
- provést návrh opravy jednotlivých úseků a jejich částí a zpracovat zadávací dokumentaci stavby (opravy PK),
- stanovit požadavky a podmínky pro zpracování nabídky údržby nebo opravy.

Výsledky diagnostického průzkumu jsou součástí nebo podkladem zadávací dokumentace stavby. Diagnostický průzkum je třeba zadat dříve nebo současně se zadáním zpracování PDPS nebo DOS. Je nutná spolupráce projektanta a diagnostika, neboť potřeba zlepšení PK (jako jsou místní úpravy pro zlepšení bezpečnosti silničního provozu a chodců, rozšíření vozovky, zlepšení podélné rovnosti a příčných sklonů vozovky nebo omezená možnost zvýšení výškové úrovně povrchu) podstatně ovlivňuje návrhy údržby nebo opravy včetně použitých technologií. Zodpovědnost za provedené práce má správce PK [3].

2.3 Podklady pro síťovou úroveň

Zatřídění PK

Dopravní zatížení

Sledování stavu vozovek sítě PK:

- provozní způsobilost,
- poruchy,
- únosnost
- dopravní nehodovost,
- zpracování výsledků měření.

Posouzení stavu vozovek pro plánování údržby nebo oprav:

- posouzení protismykových vlastností povrchu vozovky,
- posouzení nerovnosti povrchu vozovek,
- posouzení poruch vozovky,
- plánování údržby nebo opravy na základě poruch vozovky [3].

2.4 Podklady pro projektovou úroveň

Únosnost vozovky:

- stanovení bodů měření únosnosti vozovky,
- klimatické poměry,
- vodní režim podloží,
- charakteristiky podloží,
- stanovení zbytkové životnosti vozovky,
- stanovení zesílení vozovky.

Vrtané a kopané sondy vozovek:

- vzdálenosti mezi sondami nebo vývrty,
- sondy a vývrty pro posouzení únosnosti vozovek,
- vývrty pro posouzení poruch asfaltových vrstev.

Doplňující podklady [3].

2.5 Návrh údržby a oprav vozovky

Na základě zjištěných hodnot a klasifikace parametrů provozní způsobilosti a/nebo rozsahu jednotlivých poruch vozovky se síť PK rozdělí do jednotlivých úseků, které vytvoří seznam úseků:

- k provedení běžné údržby,
- pro posouzení diagnostickým průzkumem a pro přípravu dokumentace údržby nebo opravy a k provedení opravy (případné údržby, není-li oprava třeba) [3].

2.5.1 Návrh běžné údržby

Běžná údržba musí odstranit poruchy snižující bezpečnost silničního provozu, zejména nerovnosti na malé ploše, a omezit vývoj poruch do konstrukce vozovky. V následující tabulce je uveden přehled poruch, technologií běžné údržby a technologických postupů běžné údržby. Podrobná doporučení návrhu běžné údržby upřesňující a rozšiřující použití jednotlivých technologií na různá porušení jsou uvedena v příloze 6 TP87 (vzorové technologické listy) [3].

Tab. č. 1 -Přehled poruch, příslušných technologií běžné údržby a technologických postupů [11]

Skupina poruch podle TP82	Technologie běžné údržby	Technologický postup
Kaverny v obrusné vrstvě	Vysprávkování tryskovou metodou nebo nátěrovou vysprávkovou soupravou	TP96, TKP26
Ztráta asfaltového tmelu		
Ztráta kameniva z nátěru		
Opořebení kalové vrstvy		
Hloubková koroze		
Trhliny úzké nepravidelné	Utěsnění	TP115
Výtluky (a hloubková koroze)	Vysprávkování asfaltovou směsí	TKP7
Trhliny úzké a mozaikové		
Trhliny široké příčné, podélné, nepravidelné	Utěsnění	TP115
Trhliny síťové	Vysprávkování asfaltovou směsí	TKP7
Poklesy, místní, příčné		
Podélné trhliny a porušení podélných spar	Recyklací za horka	TP209
Jiné poruchy	Údržba krajnic	

2.5.2 Návrh údržby

Návrh údržby se podle TP87 provádí na základě diagnostického průzkumu vozovky. Podrobněji jsou doporučení a omezení týkající se technologií údržby uvedena v příloze 6 (vzorové technologické listy) [3].

2.5.3 Návrh opravy

Návrh opravy vyplývá z diagnostického průzkumu, který připraví rozhodnutí pro různé technologie odstraňující příčinu ztráty provozní způsobilosti a poruch vozovky.

Podrobné zpracování těchto návrhů opravy včetně upozornění na chyby a nedostatky diagnostiky, na konstrukční a technologické požadavky a jiná praktická doporučení jsou uvedena v příloze 6 (vzorové technologické listy).

Pro návrh opravy jsou k dispozici technologické postupy v souladu s následujícím označením:

1. Výměna obrusné vrstvy
2. Výměna krytových vrstev
3. Recyklace za horka

4. Zesílení dlážděných vozovek
5. Zesílení okraje vozovky
6. Recyklace asfaltových vrstev za studena asfaltovou emulzí
7. Recyklace podkladních vrstev
8. Rekonstrukce vozovky [3].

2.6 Ekonomické posouzení a rozhodnutí o údržbě a opravách

2.6.1 Výběr technologie údržby nebo opravy

Při návrhu údržby nebo opravy každého jednotlivého úseku PK se bere v úvahu ekonomické posouzení navržené technologie. Vybere se ten technologický soubor prací údržby nebo oprav, který má při uvážení jeho předpokládané doby životnosti nejnížší průměrnou roční cenu nebo náklady na provedení. Do ekonomického posouzení je nutné vzít v úvahu i náklady na řízení nebo odklon silničního provozu v době provádění údržby nebo oprav a je vhodné zahrnout i ztráty v silničním provozu v době provádění údržby nebo oprav (ztráta času, nehodovost).

Při výběru vhodné technologie se přihlíží k ekonomickým přínosům údržby nebo opravy:

- běžnou údržbu se doporučuje neodkládat, jakékoliv opožděné provedení běžné údržby je mnohem nákladnější (poruchy mají kvalitativní a kvantitativní vývoj),
- z technologií údržby a oprav se vybírá ta, která má minimální průměrnou roční cenu.

O výběru technologie mohou rozhodovat i jiná kritéria:

- důležitost PK, při vyšší důležitosti se dává přednost technologiím umožňujícím vyšší plnění provozní způsobilosti, větší trvanlivost a delší dobu životnosti krytu vozovky,
- rychlost výstavby, estetické, ekologické a jiné přínosy,
- technologická, místní a jiná omezení [3].

2.6.2 Kritéria optimalizace využití finančních prostředků na údržbu a opravy

Při plánování údržby nebo opravy dané sítě PK se upřednostní údržba nebo oprava některých úseků před druhými. Tento proces optimalizace musí být rovněž založen na

ekonomických principech. Prvotním cílem optimalizace je provedení vybrané údržby nebo opravy na těch úsecích, kde dochází k největším celkovým ztrátám v silničním provozu (ztráty v důsledku nehodovosti, zvýšené náklady uživatelů při snížené provozní způsobilosti, zvýšené spotřeby času a pohonných hmot, opotřebení vozidel a negativní vlivy na uživatele a okolí PK). Podle objemu finančních prostředků se tak navrhuje postupně údržba a opravy na nejdůležitějších úsecích vozovek, až na některé méně důležité úseky prostředky nezůstanou [3].

2.7 Technologie údržby a oprav vozovek

Při návrhu jednotlivých prací údržby nebo opravy je třeba respektovat Vzorové listy staveb PK, soubor ČSN EN včetně národních příloh těchto norem a další ČSN a technické předpisy.

Při provádění prací jednotlivých technologií údržby nebo opravy je třeba respektovat ČSN EN, ČSN, TP, TPO, a TKP. Pro každou technologii musí mít dodavatel zpracován TePř (technologický předpis).

Při provádění se kontroluje, zda je dodržována navržená technologie údržby nebo opravy, zda jsou používány hmoty v kvalitě a množství odpovídajícím počátečním zkouškám typu/průkazním zkouškám a při provádění jsou dosaženy požadované charakteristiky vrstev podle odpovídajících ČSN EN, TP, TKP a zda jsou uplatňovány principy SJ-PK.

Všechny tyto zásady jsou pro jednotlivé technologie údržby specifikovány ve vzorových technologických listech v příloze 6 TP87 (vzorové technologické listy).

Technické podmínky mají přílohovou část – celkem 8 příloh [3].

3. SYSTÉMY HOSPODAŘENÍ S VOZOVKOU

Optimální využívání dostupných finančních prostředků určených pro údržbu a opravy silniční sítě není možné dosáhnout bez komplexního systému hospodaření s vozovkou – SHV.

Efektivní SHV je soustavou legislativních opatření, organizačních opatření a technických prostředků založený na kvalitativní databázi s aktuálními daty neproměnných a proměnných parametrů sítě PK dostupnými pro všechny uživatele zapojené do procesu správy dálniční a silniční sítě.

Nad těmito daty probíhá průběžně sledování stavu sítě PK měřením proměnných parametrů spolehlivými technickými prostředky. Všechna potřebná data jsou pak zahrnuta do procesu strategického plánování údržby nebo opravy na „sítové úrovni“, kdy jsou identifikovány úseky PK určené k údržbě a opravě podle stanovených kritérií v optimálním čase, optimální technologií za optimálního využití dostupných finančních zdrojů. Jejich omezení je pak doloženo predikcí vývoje ve střednědobém strategickém plánu.

Na vybraných úsecích definovaných na sítové úrovni je pak na „projektové úrovni“ realizováno doplnění dalších informací diagnostickým průzkumem, zohlednění dalších parametrů (únosnost vozovky, tloušťky konstrukčních vrstev, kvalita stávajících materiálů v konstrukci zjištěná laboratorními zkouškami, atd.) a následně je specifikován do maximálních detailů návrh technologie opravy vozovky s případným stanovením její efektivity i z pohledů snížení nehodovosti, dopadů na uživatelský komfort i z pohledu ekonomických kritérií [3].

3.1 Funkce SHV

Funkce SHV je založena na toku informací a koordinaci prací při každoročním cyklickém užívání. Spolehlivé systémy musí pracovat s aktuálními informacemi, tudíž je nutné pravidelně aktualizovat tato data:

- neproměnné parametry vozovek,
- proměnné parametry (stav sítě PK),
- provedená údržba a opravy, realizace každoročního plánu údržby a oprav,
- návrh ročního plánu údržby a oprav [3].



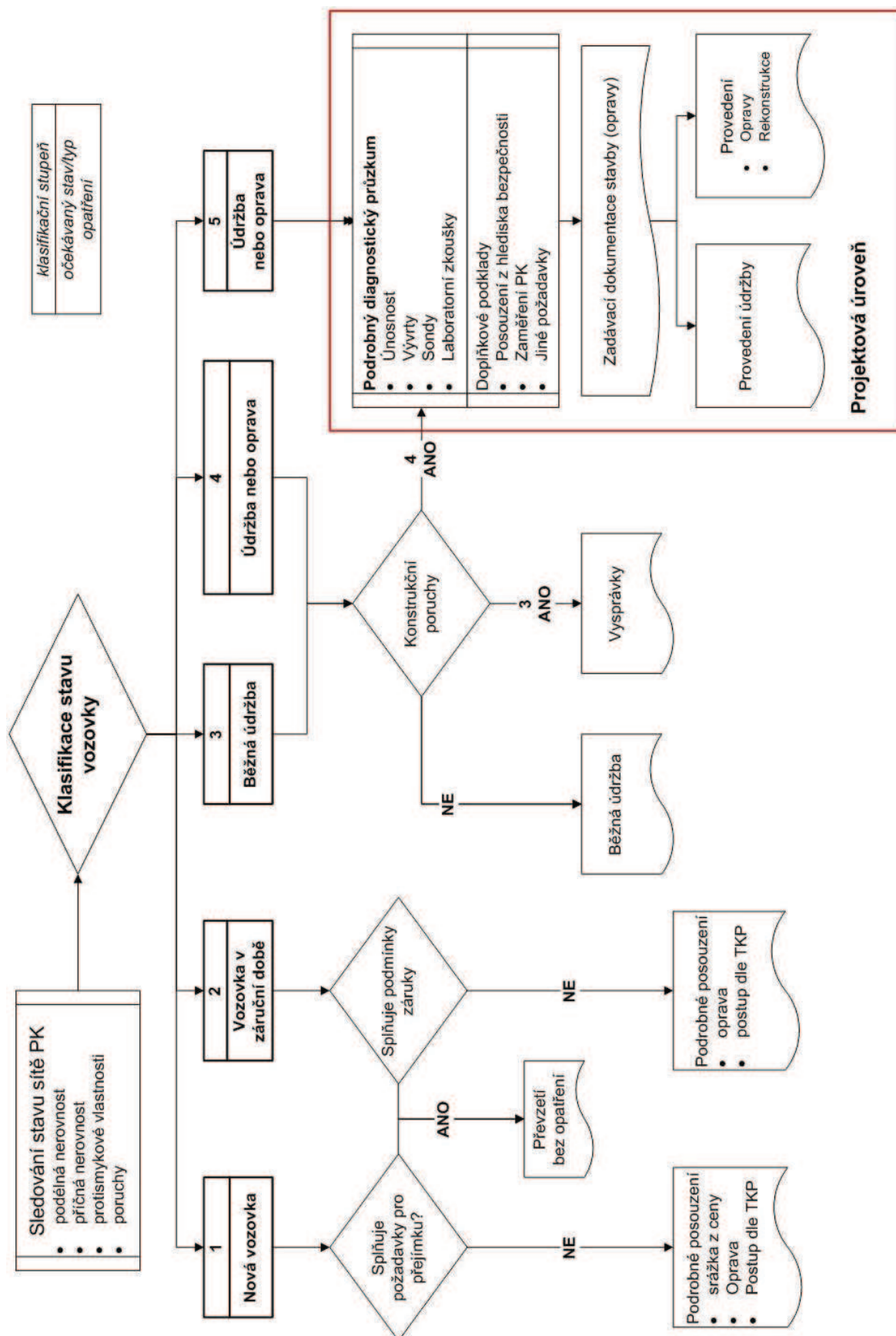
Obr. č. 2 – Schéma cyklu systémů hospodaření s vozovkou [10]

3.2 Podklady pro síťovou úroveň SHV

- Využití stávajících datových základů neproměnných parametrů;
- Pravidelná aktualizace proměnných parametrů vozovek;
- Využití zjednodušeného hodnocení stavu sítě PK klasifikačními postupy;
- Sledování historického vývoje PK a predikce jeho vývoje;
- Výpočet střednědobého strategického plánu na základě zjednodušeného registru technologií údržby a oprav se zohledněním jejich ceny a průměrné životnosti:
 - bez omezení finančních prostředků,
 - optimalizovaný plán s omezením finančních prostředků,
 - dokumentace dopadů omezení finančních prostředků, modelování úvěrového nebo fondového financování,
- Definice prioritních úseků pro podrobnou diagnostiku na „projekční úrovni“ [3].

3.3 Podklady pro projektovou úroveň SHV

- Využití stávajících datových základů neproměnných a proměnných parametrů;
- Využití komplexního hodnocení stavu sítě PK;
- Stanovení požadavků na doplnění rutinně měřených proměnných parametrů:
 - systematická evidence pasportu souvisejícího vybavení – obrubníky, krajnice, příkopy, bezpečnostní zařízení, související objekty,
 - posouzení nehodových úseků,
 - hodnocení dalších vlivů na přípravu opravy vozovky (priorita tahu, zásahy do inženýrských sítí, opravy souvisejících silničních objektů a dalších projektových ukazatelů),
 - posouzení únosnosti rázovým zařízením,
 - posouzení stavu konstrukčních vrstev laboratorními zkouškami materiálů z vývrtů a sond,
 - upřesnění příčin snížené provozní způsobilosti, snížené únosnosti a poruch vozovky,
- Sestavení podrobného návrhu opravy vybraných úseků;
- Sestavení krátkodobého plánu údržby a oprav [3].



Obr. č. 3 – Rozhodovací schéma pro návrh údržby a oprav vozovek [10]

3.4 Systém hospodaření s vozovkou – RoSy[®] PMS

Předpokladem k dobrému dlouhodobému hospodaření se sítí silnic je dostatek informací o stavu vozovek a jeho pravidelnému vyhodnocování včetně tvorby plánů údržby a oprav. Tyto informace a podklady pro všechny úrovně správy sítě silnic je schopen poskytovat systém RoSy[®] PMS [4].

Systém hospodaření s vozovkou RoSy[®] PMS je souhrnem organizačních, technických a programových prostředků určených pro dosažení maximální efektivity při správě silniční sítě.

Významnou činností v rámci systému hospodaření s vozovkou je sběr, resp. aktualizace proměnných parametrů vozovek, zejména poruch a únosnosti vozovek určeným jak pro potřeby zpracování plánů údržby a oprav vozovek, tak i pro potřeby dílčích projektů pro opravy silnic [5].

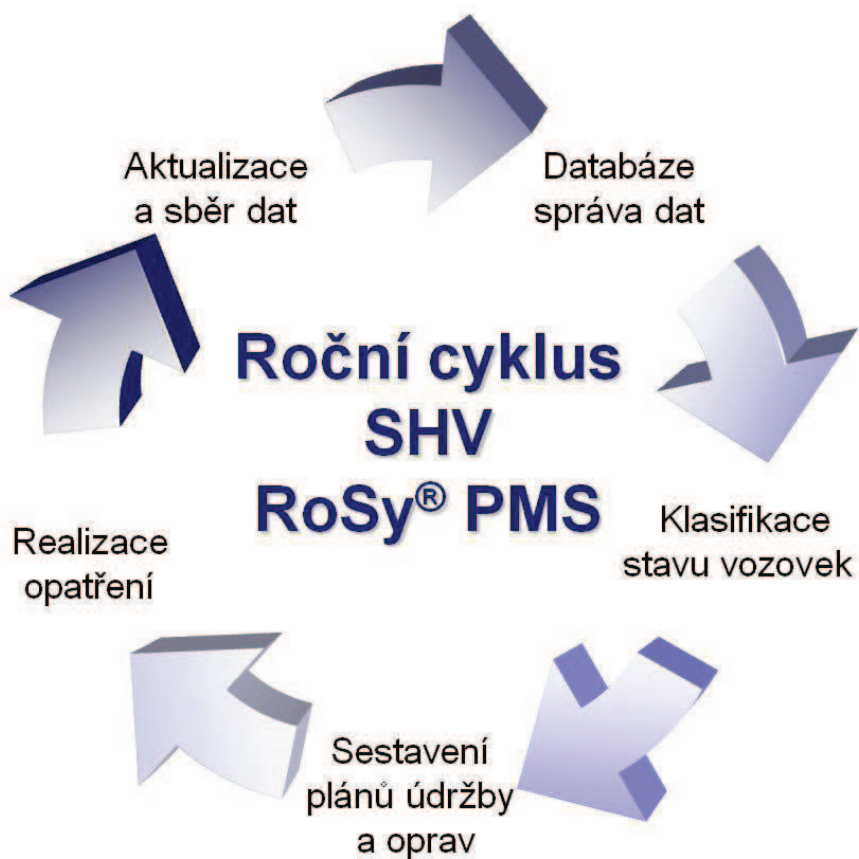
3.4.1 Historie systému

Systém je vyvíjen od 70. let dánskou firmou Grontmij a/s. V ČR je testován od roku 1992 ve spolupráci s VUT FAST Brno. V roce 1994 byl systém vybrán na základě výběrového řízení vypsaného ŘS ČR a MDS ČR pro aplikaci v ČR na síti pozemních komunikací II. a III. třídy. V roce 1995 byl systém aplikován u prvních 10 SÚS. V roce 1996 byl zaveden na 40 SÚS. Od roku 1997 byl systém provozován na všech 72 organizacích Správy a údržby silnic ve všech okresech v ČR pro průběžné sledování stavu sítě silnic. Do konce roku 2001 byl systém garantován ŘSD ČR, od přechodu sítě silnic II. a III. třídy pod působnost krajů je způsob užívání závislý na dopravní politice a strategii jednotlivých krajů k přístupu plánování údržby a oprav vozovek. Od r. 2002 tak výsledky systému využívá 8 krajů ČR [5].

3.4.2 Funkce systému

Většina systémů pro hospodaření s vozovkou (Pavement Management System) je založena na obdobném principu, a to na cyklicky se opakujícím sledu činností každého správce sítě pozemních komunikací, kdy se každoročně opakují rutinní činnosti, při kterých probíhá aktualizace sledovaných informací, jejich vyhodnocení, sestavení plánů údržby a oprav,

realizace jednotlivých opatření a jejich evidence v systému. Tento cyklus je zobrazen na následujícím obrázku [4].



Obr. č. 4 – Schéma cyklu systémů hospodaření s vozovkou RoSy® PMS [4]

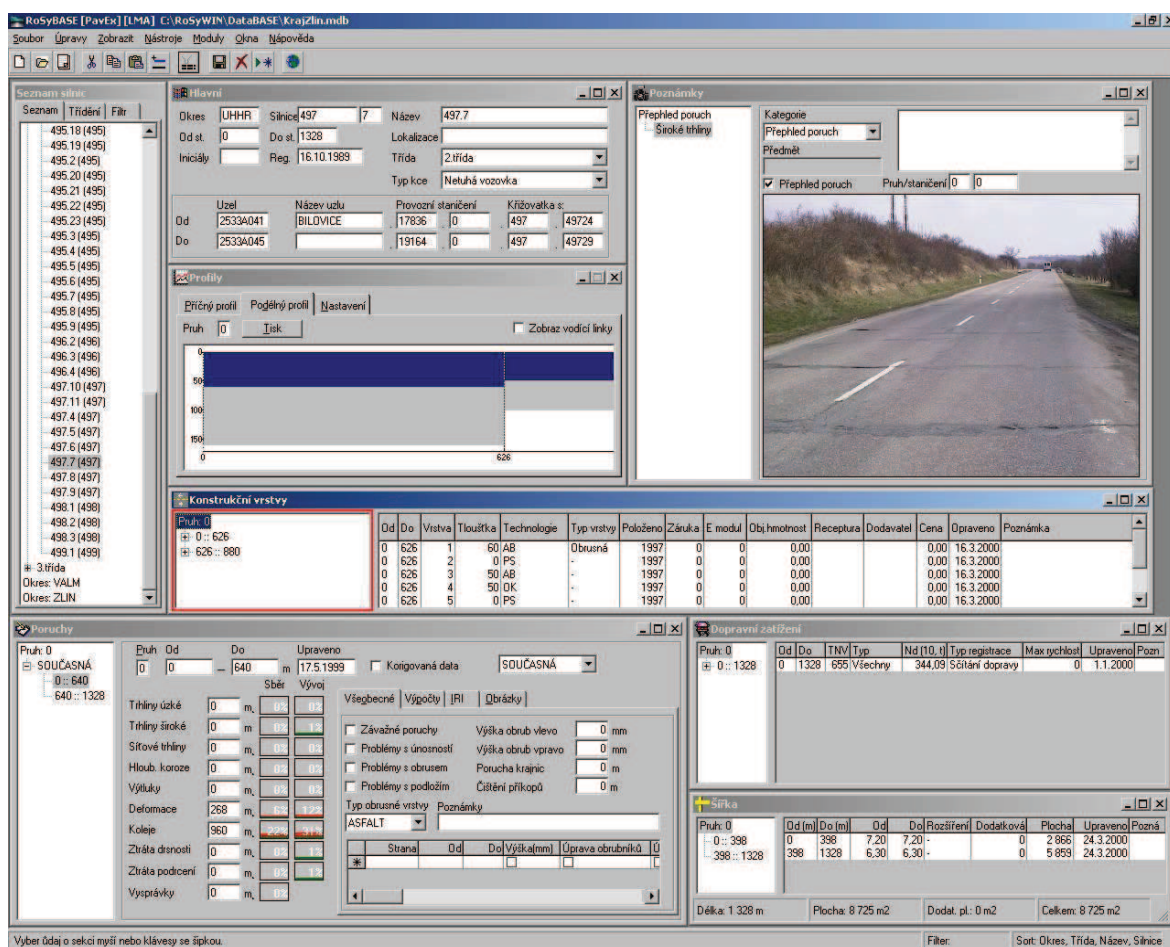
3.4.3 Struktura systému

Systém RoSy® PMS je rozšířeným databázovým systémem a zahrnuje moduly pro:

- Sběr a zpracování dat
- Správu databáze neproměnných a proměnných parametrů vozovek
- Výpočet plánů údržby a oprav a jejich technicko-ekonomickou optimalizaci [4].

3.4.3.1 Programy pro sběr a zpracování dat

Jsou speciální programy vyvinuté dle podkladů národních předpisů pro zatřídění a klasifikaci proměnných parametrů vozovek [4].



Obr. č. 5 - Ukázka registru/okna systému RoSy® Base [7]

3.4.3.2 Databáze systému

Základem systému RoSy® PMS je databáze obsahující data o neproměnných a proměnných parametrech vozovek a registry pro evidenci vybavení a příslušenství silnic.

Databáze je složena z jednotlivých registrů/oken, která lze rozdělit jako:

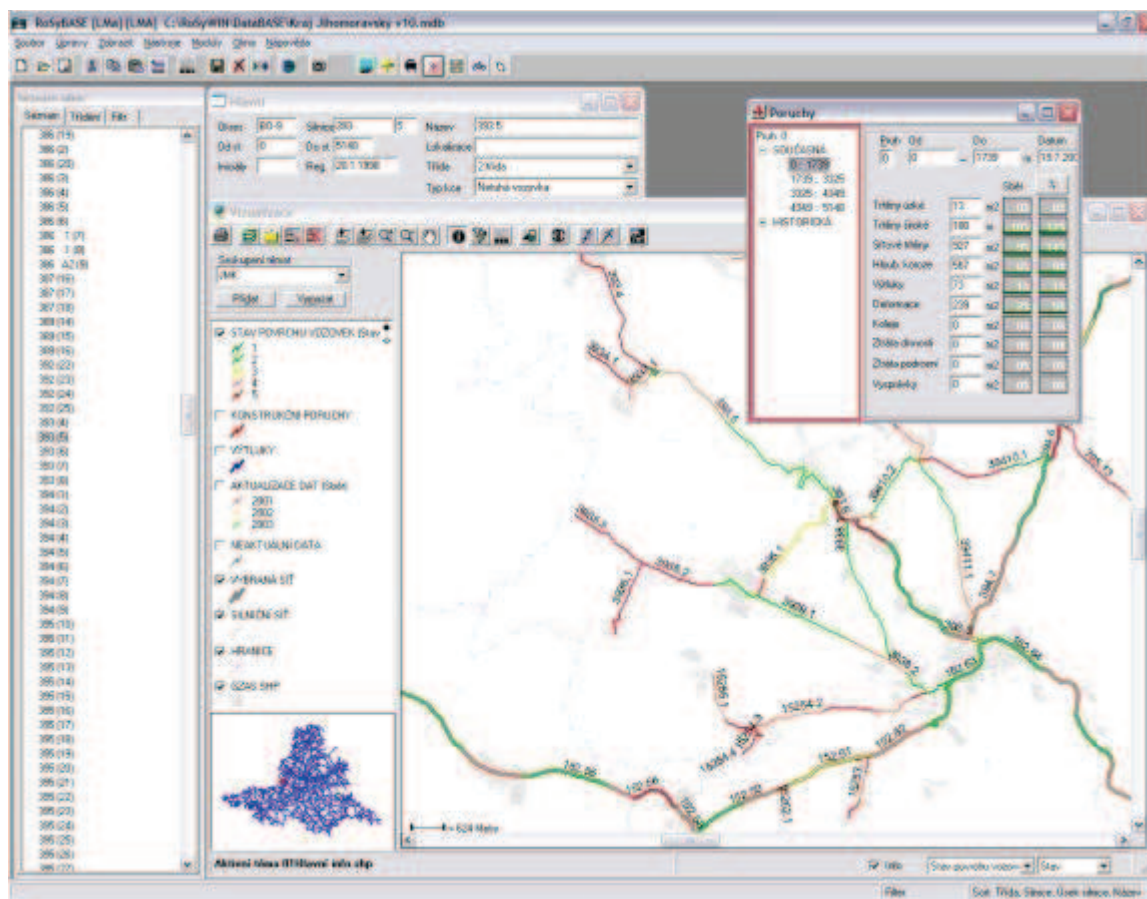
- standardní (nutná pro zpracování plánů údržby a oprav)
- dodatečné, ve kterých správce sítě silnic může shromažďovat další informace o silničním majetku (Asset Management)

Standardní informace o silniční síti může naplnit uživatel/správce silnic sám ze svých zdrojů či měření. V ČR jsou neproměnné parametry sítě dálnic a silnic I. až III. třídy sledovány Silniční databance, která je součástí Ředitelství silnic a dálnic ČR. Tato data jsou zdrojem informací o identifikaci a lokalizaci každé silnice (v rámci uzlového lokalizačního systému), jejím délkovém a šířkovém uspořádání pro systém RoSy® PMS.

Proměnné parametry a dodatečné informace sledované v systému RoSy® PMS jsou naplňovány správcem silnic II. a III. třídy, případně tímto správcem pověřenou organizací,



Dalším nástrojem systému je modul **MAP**, který umožňuje vytvářet a zobrazovat data uložená v databázi systému v digitální mapě. Tato data jsou uložena ve formátu ESRI pro geografické informační systémy a tak je lze využít i mimo tento systém, například v rámci krajského či městského informačního systému GIS.



Obr. č. 7 – Data zobrazená v podobě digitální mapy [4]

Pro sestavení plánů údržby a oprav systém obsahuje ještě další nástroje, které jsou pro rozhodování o druhu technologického opatření a čase jeho aplikace nezbytné. Těmito nástroji jsou degradační modely každého ze sledovaných proměnných parametrů, zejména poruch. Degradační modely - popis vývoje porušení v čase - umožňují predikci aktuálního stavu porušení silnic i v období, kdy na daném úseku silnice nebyl proveden sběr aktuálních dat přímo na vozovce v roce sestavení plánu (metodika dle TP87 umožňuje využívat dat až tři roky zpětně).

Dalším nástrojem jsou registry technologií údržby a oprav vozovek. Každá z technologií, jak technologie údržbové (běžné i souvislé údržby), tak i technologie oprav, je přímo určená pro daný typ a rozsah porušení, typ obrusné vrstvy vozovky a danou třídu

dopravního zatížení. K intenzitě dopravy je rovněž vztažena životnost dané technologie. Nezbytnou informací je i cena za jednotku, zpravidla 1m² technologického opatření.

Výběr technicky správné technologie také ovlivní příčný profil vozovky – typ obrusné vrstvy, obrubníky, vyústění inženýrských sítí a podobně, které mohou vyloučit některé technologie, například frézování, resp. zvýšení nivelety. Tyto informace lze rovněž vložit do registrů systému a tím zpřesnit návrh technologie údržby nebo opravy [4].

3.4.3.3 Výpočet plán údržby a oprav

dále viz. kapitola 5.3 Plán údržby a oprav

3.4.4 Dodatečné informace

System RoSy[®] PMS umožňuje dále shromažďovat, spravovat a analyzovat i další informace o silniční síti a umožnit tak uživateli/správci pozemních komunikací zohlednit i nehodové úseky na spravované silniční síti a jejich návaznost vzhledem ke stavu vozovek, připravovat podklady pro provádění zimní údržby, evidovat a spravovat svislé a vodorovné dopravní značení i další objekty související se silničním majetkem [4].

4. POPIS STAVU SÍTĚ PK

4.1 Současný stav silniční infrastruktury

Na území České republiky bylo k 1. 1. 2010 v provozu 729 km dálnic, 370 km rychlostních silnic, 5 828 km ostatních silnic I. třídy, 14 623 km silnic II. třídy, 34 169 km silnic III. třídy, celkem 55 719 km silničních komunikací. Údaje o délkách místních komunikací nejsou celostátně centrálně evidovány. Dálnice, rychlostní silnice a ostatní silnice I. třídy jsou ve vlastnictví státu (12,4% délky, 22,2 % plochy silničních komunikací), silnice II. a III. třídy ve vlastnictví krajů (87,6 % délky, resp. 77,8 % plochy silničních komunikací), místní komunikace jsou ve vlastnictví obcí. Vlastníci pozemních komunikací jsou ve smyslu ustanovení silničního zákona odpovědní zajistit péči vlastníka pozemní komunikace v podrobnostech stanovených jeho prováděcí vyhláškou. Mezi tyto povinnosti patří zajištění evidence pozemních komunikací, prohlídek komunikací a jejich mostu a zejména zajištění údržby a oprav komunikací i jejich mostu.

Na dálnicích, rychlostních silnicích a ostatních silnicích I. třídy se k 1. 1. 2010 nacházelo 4 506 mostů (26,4 % mostů na silničních komunikacích) o celkové délce 202 013 bm (57 % délky všech mostů) a ploše 3 099 370 m² (68,8 % plochy všech mostů), na silnicích II. a III. třídy pak 12 546 mostů o celkové délce 152 269 bm a ploše 1 408 402 m².

V důsledku dlouhodobého nedostatku finančních prostředků na provádění údržby a opravy pozemních komunikací je stavební stav jejich vozovek poměrně špatný. U komunikací ve vlastnictví státu bylo prováděno pravidelné zjišťování stavu povrchových vlastnictví pomocí měřících vozů. Tato činnost byla však v posledních letech omezena a je žádoucí ji urychleně obnovit. Návazně na to je žádoucí aktualizovat u komunikací ve vlastnictví státu systém hospodaření s vozovkou a plně jej používat. Podle výsledku měření proměnných parametru provedených na komunikacích ve vlastnictví státu bylo zjištěno, že z hlediska protismykových vlastností nevyhovuje 23,1 % změřených úseku dálnic, 20,6 % rychlostních silnic a 9,3 % ostatních silnic I. třídy. Z provedených měření únosnosti bylo zjištěno, že svou únosností nevyhovuje 47,7 % změřených úseku silnic I. třídy. Ještě horší situace ve stavebním stavu vozovek je u silnic ve vlastnictví krajů, přičemž se projevují poměrně výrazné rozdíly mezi kraji s ohledem na jejich rozdílný přístup k zajišťování údržby a oprav silnic a zejména k zajištění jejich financování. U některých krajů dochází bez ohledu na zhoršující se stav silnic k poklesu finančních prostředků vydávaných na

údržbu a opravy silnic. I zde by bylo potřebné postupně zavádět systém hospodaření s vozovkou [6].

4.2 Ekonomické aspekty ovlivňující kvalitu silniční sítě

Změny po roce 1989, otevření hranic, vstup do Evropské unie a dále pak vstup do Schengenského prostoru vedly k tomu, že se na českých dálnicích a silnicích intenzita těžké nákladní dopravy několikanásobně zvýšila. Deficit z doby minulé se nepodařilo za 20 let dohnat. Stále chybí dobudovat cca 1000 km dálnic a rychlostních komunikací. Dosavadní vlády neuvolnily dostatečné množství prostředků na dobudování nebo zlepšení hlavní silniční sítě (dálnice, rychlostní silnice a silnice I. třídy) a nedocenily význam kvalitních pozemních komunikací pro rozvoj ekonomiky.

Slabý investor pak často napomohl tomu, že uvolněné prostředky dovedly stavební firmy odčerpat v nadměrném množství a část prostředků byla využita pro soukromé potřeby investora [2].

4.3 Technické aspekty stávajícího stavu PK

Stav vozovek dálnic, rychlostních komunikací a silnic I. třídy není odpovídající rozvinutým evropským ekonomikám. Vozovky těchto silnic jsou často „unavené“, což se projevuje ve formě síťových trhlin provázených deformacemi. Takto jsou porušeny některé části dálnice D1 nebo např. rychlostní komunikace R46 Vyškov – Olomouc a řada dalších významných komunikací v důsledku přejezdu mnohonásobně většího množství těžkých nákladních vozidel, než na jaké byly tyto vozovky dimenzovány. U vozovek se projevuje snížená životnost obrusných vrstev z asfaltových betonů nebo asfaltových koberců mastixových, kdy hrubozrnnost směsí asfaltových betonů a nízké množství pojiva těchto směsí vede k nízké trvanlivosti, což se projevuje rychlejším stárnutím pojiva, tvorbou trhlin, ztrátou asfaltového tmelu (obrusu), který přechází do hloubkové koroze, a ta posléze vede k tvorbě výtluků.

Taktéž stav vozovek silnic II. a III. třídy se dlouhodobě potýká s nedostatkem financí, což se projevuje na jeho špatném stavu. Vozovky s krytem z asfaltového betonu jsou často celoplošně poškozeny výtluky nebo síťovými trhlinami. Řada krytů je pak poškozena nepravidelnými trhlinami v důsledku výrazného zestárnutí pojiva. Kryty z

penetračního makadamu, u kterých není prováděna žádná údržba ani opravy, se často rozpadají na šterkové vozovky, objevují se celoplošné výtluky a síťové trhliny, které pak lze opravit buď celkovou rekonstrukcí, nebo recyklací za studena. Takto udržovaná či spíše neudržovaná síť a absence finančních prostředků má za následek, že nelze očekávat zřejmě ani v delším horizontu výrazné zlepšení. Stav silniční sítě je pak pod neustálou kritikou ze strany médií. Zavedení systémů hospodaření s vozovkou je sice pozitivní skutečností, avšak minimální množství prostředků na opravy a údržbu činí tyto nástroje neúčinnými [2].

4.4 Sledování stavu povrchu vozovek

Sledování stavu vozovek a plánování údržby a oprav je většinou užíváno na síťové úrovni hospodaření s vozovkou.

Pro projektovou úroveň je žádoucí vybrané úseky podrobit podrobné diagnostice vozovky pro upřesněný návrh technologie opravy na základě doplňujících měření a laboratorních rozborů.

Pro dálnice, rychlostní komunikace a silnice I. třídy je vhodný sběr dat pomocí „multifunkčního“ vozidla. Jedním pojezdem se sbírají data o:

- Podélných nerovnostech (IRI)
- Příčných nerovnostech – hloubka vyjeté koleje
- Příčném sklonu v %
- Makrotextuře (MTD)
- Poruchách vozovek pomocí foto/videozáznamu.

Denní výkon se pohybuje kolem cca 500 km/den vždy v závislosti na stupni porušení vozovky a intenzitě provozu [7].

4.5 Diagnostika vozovek jako podklad pro projekty oprav

4.5.1 Podrobná vizuální prohlídka

Sběr poruch na vozovce se pro RoSy[®] PMS zpravidla provádí metodou z pomalu jedoucího vozidla se záznamem dat do počítače pomocí programu VipMaster/VipNG.

Denní výkon se pohybuje:

- od 50 do 100 km pro běžnou VIP
- od 5 do 20 km za den pro podrobnou VIP vždy v závislosti na stupni porušení vozovky a zkušenosti posádky [7].

4.5.2 Měření únosnosti rázovým zařízením

Únosnost vozovek je schopnost vozovky přenášet zatížení s omezeným porušováním konstrukce. Požadavky stanovuje dopravní důležitost, dopravní zatížení a návrhové období. Je zajištěna úpravou podloží, typem a tloušťkou konstrukčních vrstev. V době užívání se vyjadřuje zbytkovou životností vozovky jako dobou do potřeby provést opravu nebo rekonstrukci [7].

4.5.2.1 Deflektometr FWD/HWD



Obr. č. 8 – Deflektometr, verze přívěs [7]

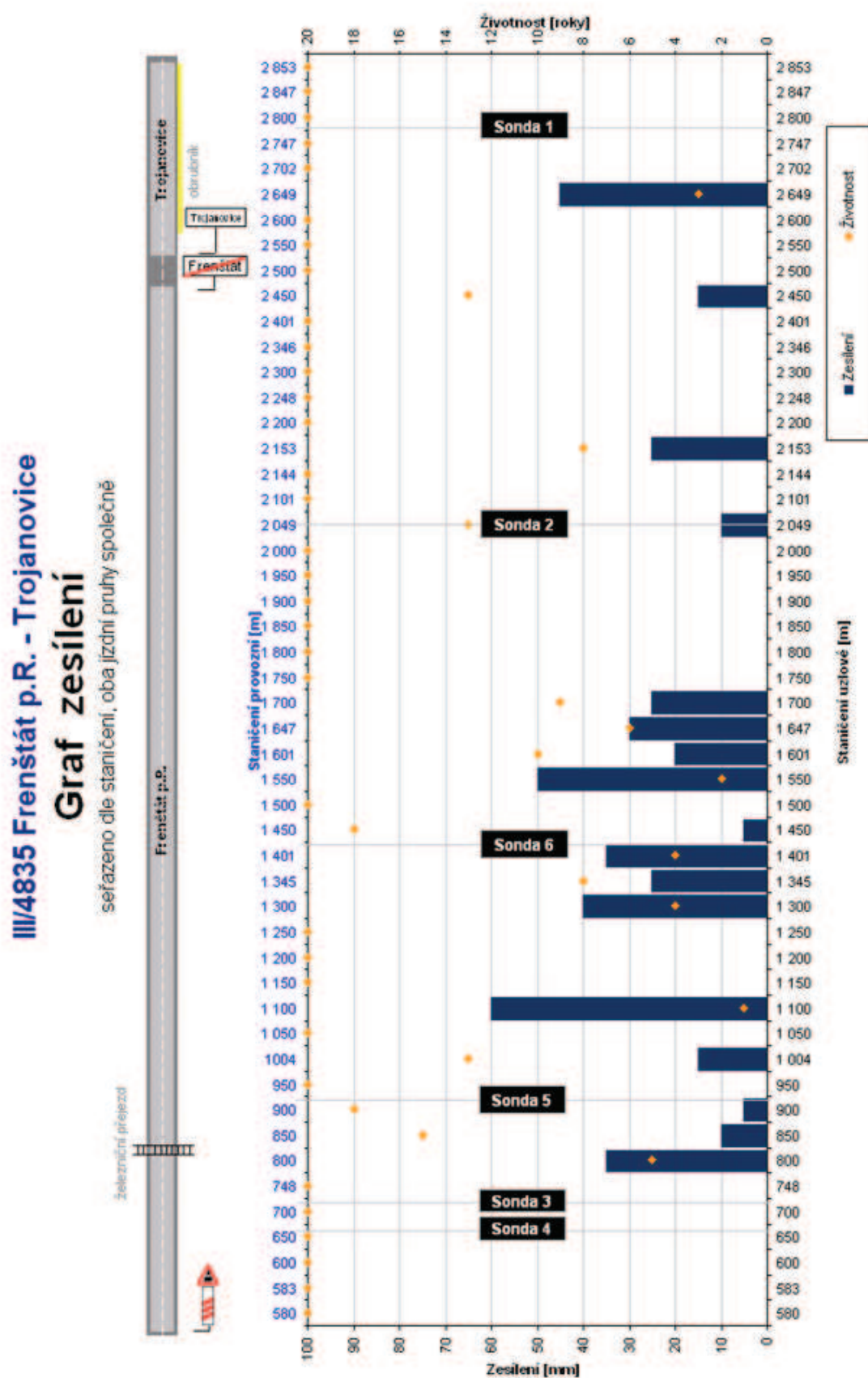


Obr. č. 9. – Deflektometr, vestavěná verze [7]

Technická specifikace:

- Hydraulické ovládání
- Čtyřsegmentová zatěžovací deska
- Zatížení 150 až 300 kN
- 9-18 snímačů na 2500 mm nosníku
- Záznam časové historie měření
- Tři teplotní senzory [7].

4.5.2.2 Vyhodnocení únosnosti



Graf č. 1 – Vyhodnocení únosnosti – graf zesílení [7]

4.5.3 Vývrty, georadar

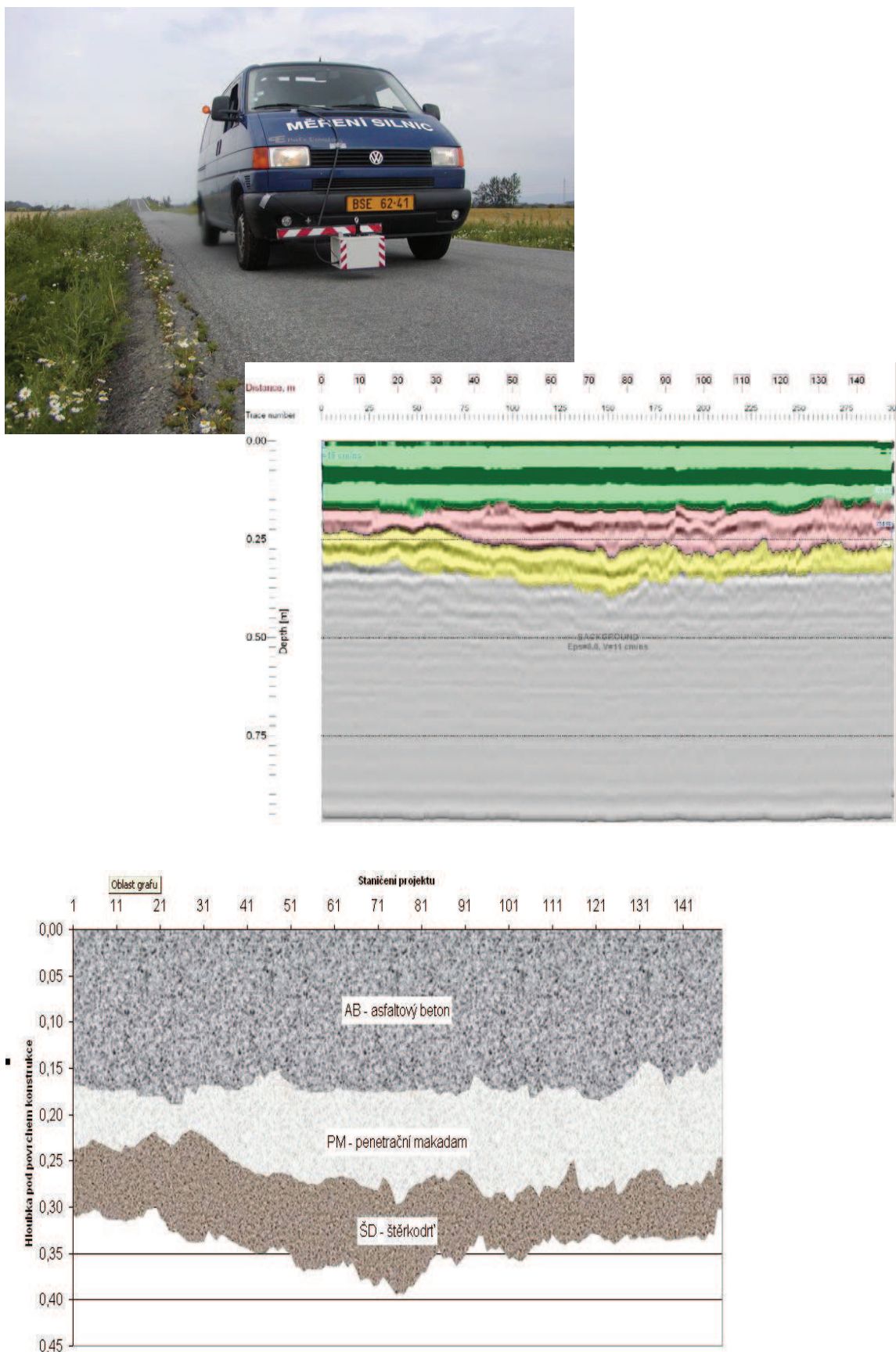
Materiálová skladba včetně podrobného stanovení tloušťek jednotlivých vrstev konstrukce je nezbytná pro výpočet zbytkové životnosti konstrukce. Pro tato stanovení využíváme sondáží prováděných v konstrukci vozovky vrtacími soupravami ve stmelených vrstvách a sondážemi ve vrstvách nestmelených. Je nezbytné odebírat vzorky konstrukce tak, aby na nich bylo možné provádět další stanovení a zkoušky. Pro kontinuální zjišťování tloušťek vrstev je možné využít georadar, který může být součástí multifunkčního zařízení nebo pracovat samostatně [8].

4.5.3.1 Vývrty



Obr. č. 10 – Vrtaná sonda (odběr jádrového vývrtu) [8]

4.5.3.2 Měření tloušťek vrstev georadarem



Obr. č. 11 – Georadar, Graf tloušťek vrstev v konstrukci vozovky [7]

4.5.4 Laboratorní rozbory

V jednodušších případech jde o stanovení vlastností vrstev krytu a horní podkladní vrstvy.

- laboratorní zkoušky pro posouzení vlastností zemin v podloží
- laboratorní zkoušky pro posouzení vlastností materiálů ochranné vrstvy a podkladních vrstev
- laboratorní zkoušky pro posouzení směsí krytu a horních podkladních vrstev
- speciální laboratorní zkoušky (vlastnosti vyextrahovaného asfaltu, stanovení odolnosti asfaltových směsí proti vzniku trvalých deformací atd.)

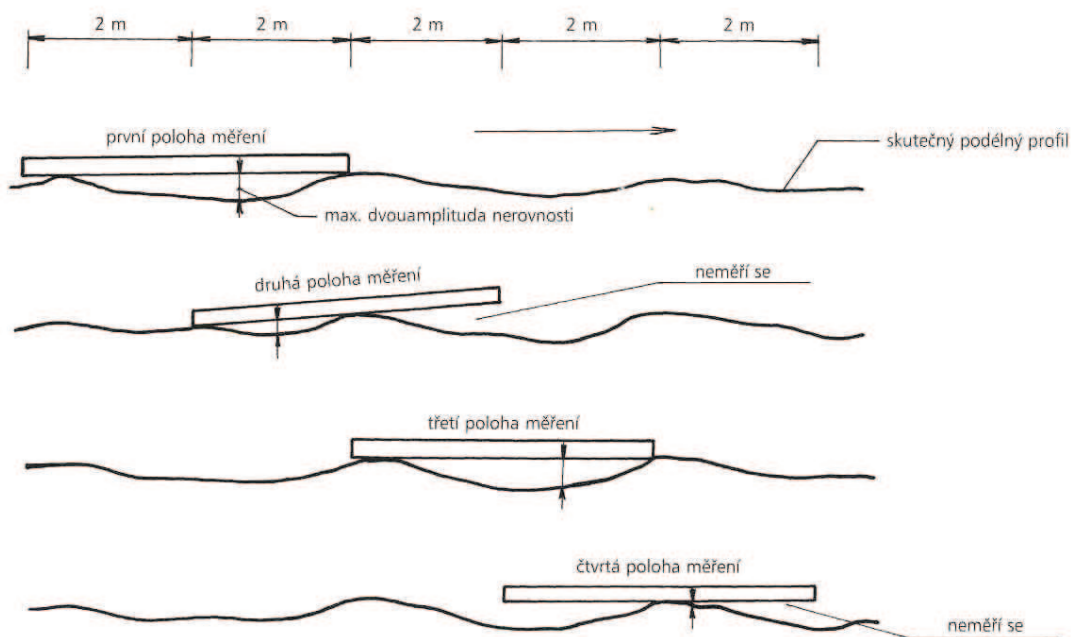
Ve složitějších případech je třeba stanovit vlastnosti kromě výše uvedených částí vozovky i spodních podkladních vrstev [8].

4.5.5 Měření podélných a příčných nerovností

Pro měření podélných a příčných nerovností vozovky se používá celá řada přístrojů a zařízení, které lze rozdělit do následujících skupin:

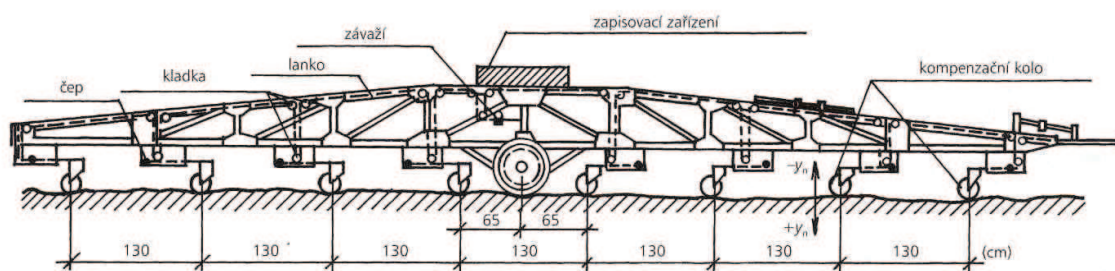
4.5.5.1.1 Přístroje pro přímé měření nerovností

- Systém měření latí



Obr. č. 12 – Systém měření latí [8]

- Systém měření planografem



Obr. č. 13 – Systém měření planografem [8]

4.5.5.1.2 Přístroje pro bezkontaktní měření nerovností

- například analyzátor podélné nerovnosti APL



Obr. č. 14 – Analyzátor podélné nerovnosti APL [8]

4.5.5.1.3 Odezvové přístroje a zařízení

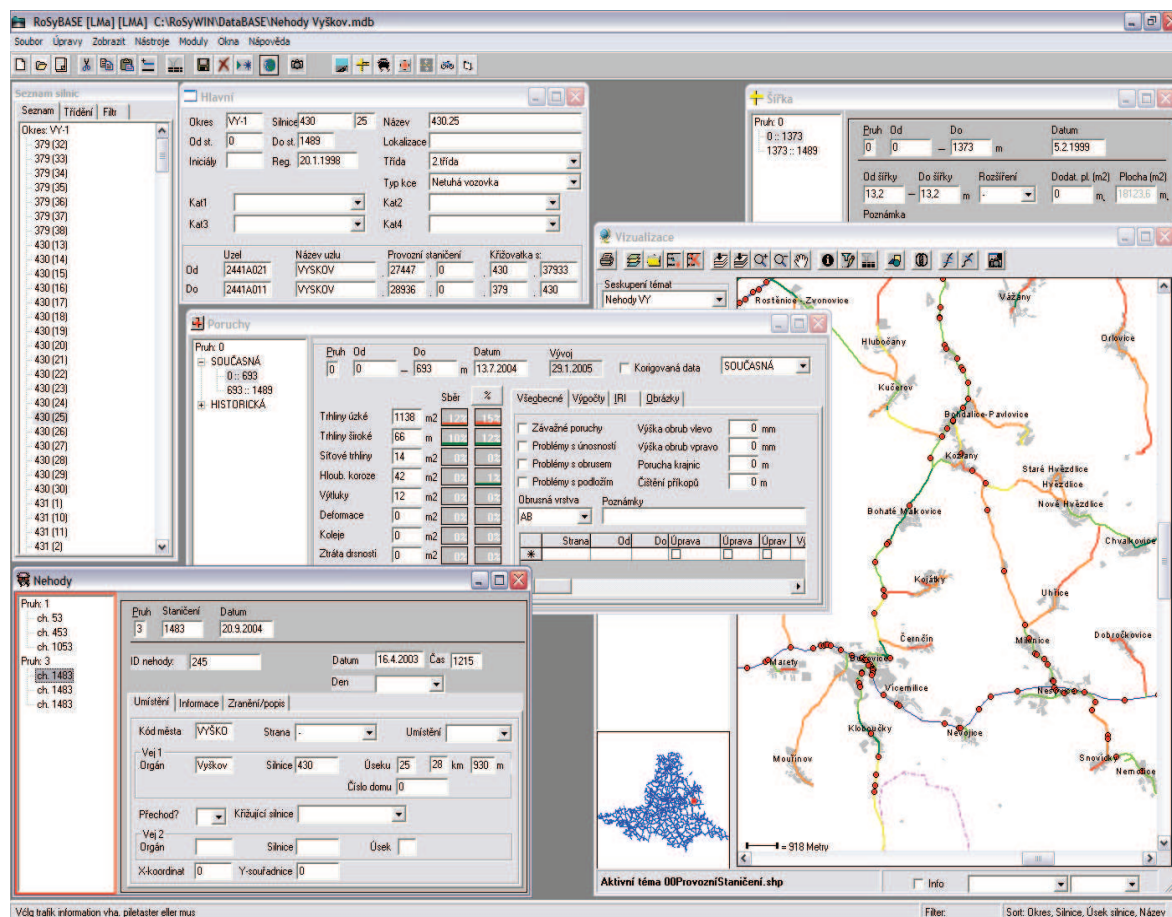
- například systém měření mezinárodního indexu nerovnosti IRI prostřednictvím laseru[8].



Obr. č. 15 – Zařízení na měření indexu nerovnosti IRI [8]

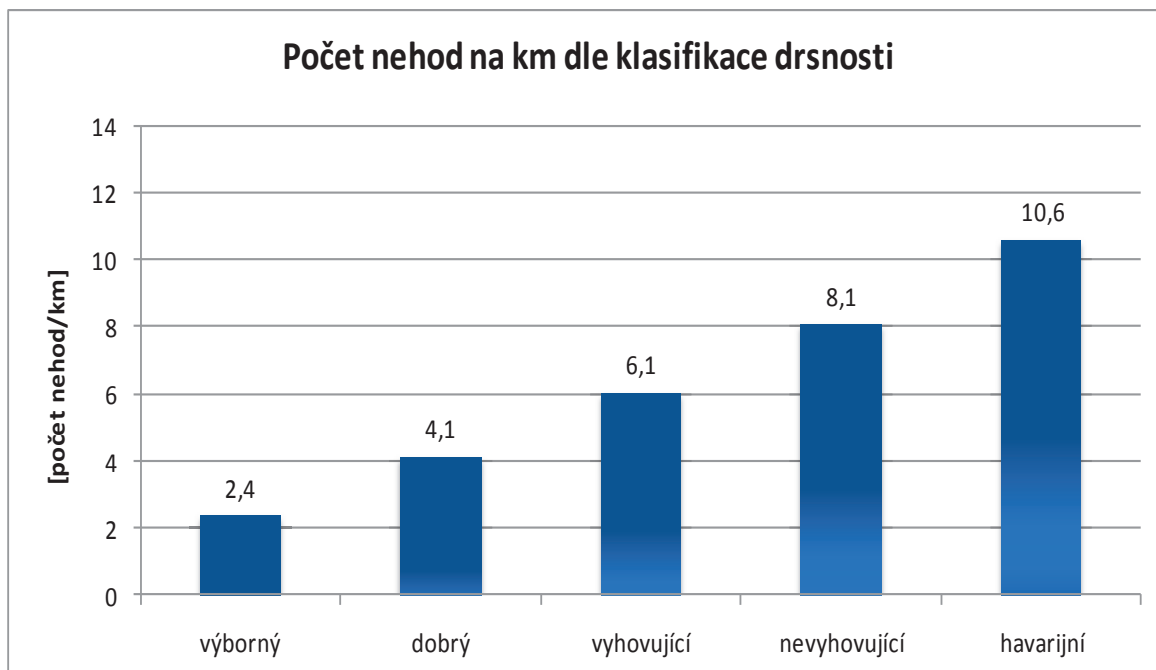
4.5.6 Měření drsností – nehodové úseky

4.5.6.1.1 Nehody – projekt s VUT FAST Brno



Obr. č. 16 – Ukázka registru/okna programu RoSy® Base – nehodové úseky [7]

4.5.6.2 Vztah mezi nehodami a drsností



Graf č. 2 - Závislosti mezi drsností vozovky a počtem nehod [7]

4.6 Vyhodnocení dat o poruchách

Vyhodnocení druhu poruch a celkové jejich plochy na části úseku s obdobným typem nebo rozsahem poruch nebo předpokládaným jednotným opatřením.

Klasifikace poruch dle TP 87 = přípustné porušení v závislosti intenzitě dopravního zatížení [7].

Skupina poruch podle TP 82	Klasifikační stupeň/procento porušení				
	1	2	3	4	5
Ztráta asfaltového tmelu a kaverny v ohrusné vrstvě	0	3	10	25	>25
Ztráta makrotextury (pocení, vystoupení tmelu)	0	3	10	25	>25
Koroze kalové vrstvy, ztráta kameniva z nátěru	0	3	10	25	>25
Hlubková koroze ohrusné vrstvy	0	1	5	10	>10
Výtluky	0	0,1	0,3	0,5	>0,5
Vysprávk	0	3	10	20	>20
Trhliny příčné úzké a široké (četnost na 100 m délky)	0	2	5	10	>10
Trhliny příčné rozvětvené (četnost na 100 m délky)	0	1	2	5	>5
Trhliny úzké - podélné, nepravidelné a mozaikové	0	3	10	20	>20
Trhliny síťové a podélné rozvětvené	0	1	3	10	>10
Poklesy, místní a příčné, plošné deformace vozovky včetně trhlin	0	1	3	10	>10
Prolomení vozovky	0	0	0,1	1	>1

Tab. č. 2 – Klasifikace poruch podle TP 87 [7]

4.6.1 Stav – VÝBORNÝ (1)



Obr. č. 17 – Výborný stav povrchu vozovky [7]

je stav povrchu vozovky po dokončení stavby nebo celoplošné opravy vozovky, kdy povrch vozovky nevykazuje porušení,

- vozovce začíná běžet záruční doba,
- nenavrhují se žádné opatření.

4.6.2 Stav – DOBRÝ (2)



Obr. č. 18 – Dobrý stav povrchu vozovky [7]

je stav očekávaný na konci záručního období,

- může se vyskytnout pouze ojedinělé porušení vozovky méně významnými poruchami,
- závažnější porušení se řeší v rámci záručních oprav.
-

4.6.3 Stav – VYHOVUJÍCÍ (3)



Obr. č. 19 – Vyhovující stav povrchu vozovky [7]

popisuje vozovku ve standardních provozních podmínkách, kdy není snížena bezpečnost ani plynulost silničního provozu,

- vyskytují se většinou lokální poruchy, případně porušení menších ploch povrchovým opotřebením,
- v tomto období životnosti krytu se navrhuje a provádí pouze běžná údržba.

4.6.4 Stav – NEVYHOVUJÍCÍ (4)



Obr. č. 20 – Nevyhovující stav povrchu vozovky [7]

Stav předznamenává blížící se konec životnosti obrusných či krytových vrstev, vyskytují se bodové poruchy, které se již mohou vzájemně spojovat do plošného porušení, místně se začínají projevovat konstrukční poruchy,

- v tomto období se připravuje plán/projekt souvislé údržby, resp. opravy dle typu porušení,
- provádí se údržba vozovky lokálně i ve větších plochách, případně i celoplošně.

4.6.5 Stav – HAVARIJNÍ (5)



Obr. č. 21 – Havarijní stav povrchu vozovky [7]

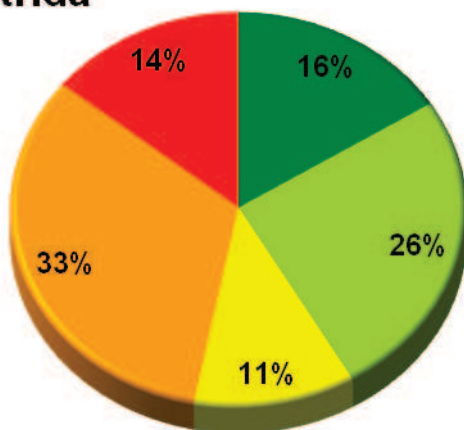
je stav vozovky, kdy rozsah porušení je tak významný, že ovlivňuje bezpečnost a plynulost silničního provozu,

- vozovka je výrazně porušena co do plochy nebo/a závažnosti poruch,
- v tomto období je nutné realizovat opravu vozovky na základě diagnostického průzkumu a projektové dokumentace [7].

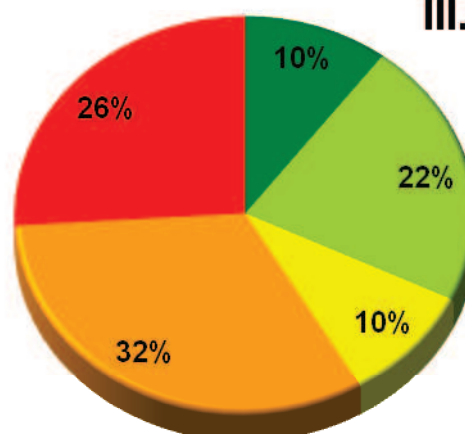
4.7 Stav povrchu vozovek silnic II. a III. tříd v roce 2010

(data zpracována v letech 2003-2010 z 8 krajů = 24 800 km)

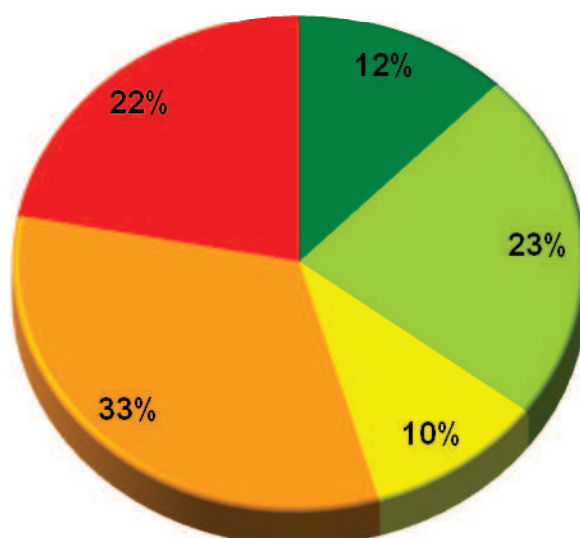
II.třída



III.třída



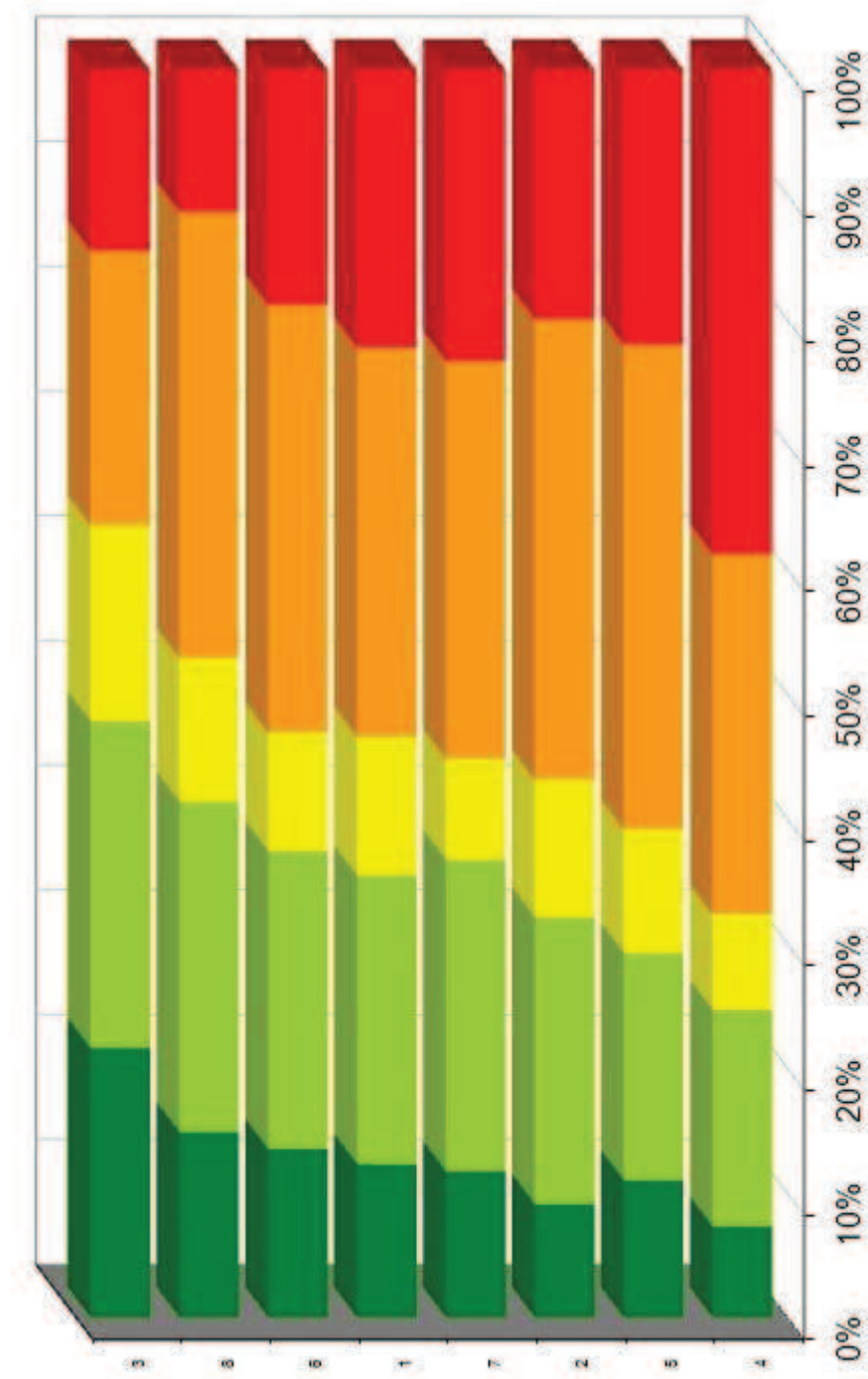
II.+III.třída



Graf č. 3 – Stav povrchu vozovek silnic II. a III. tříd v roce 2010 [7]

4.8 Stav povrchu vozovek dle krajů v roce 2010

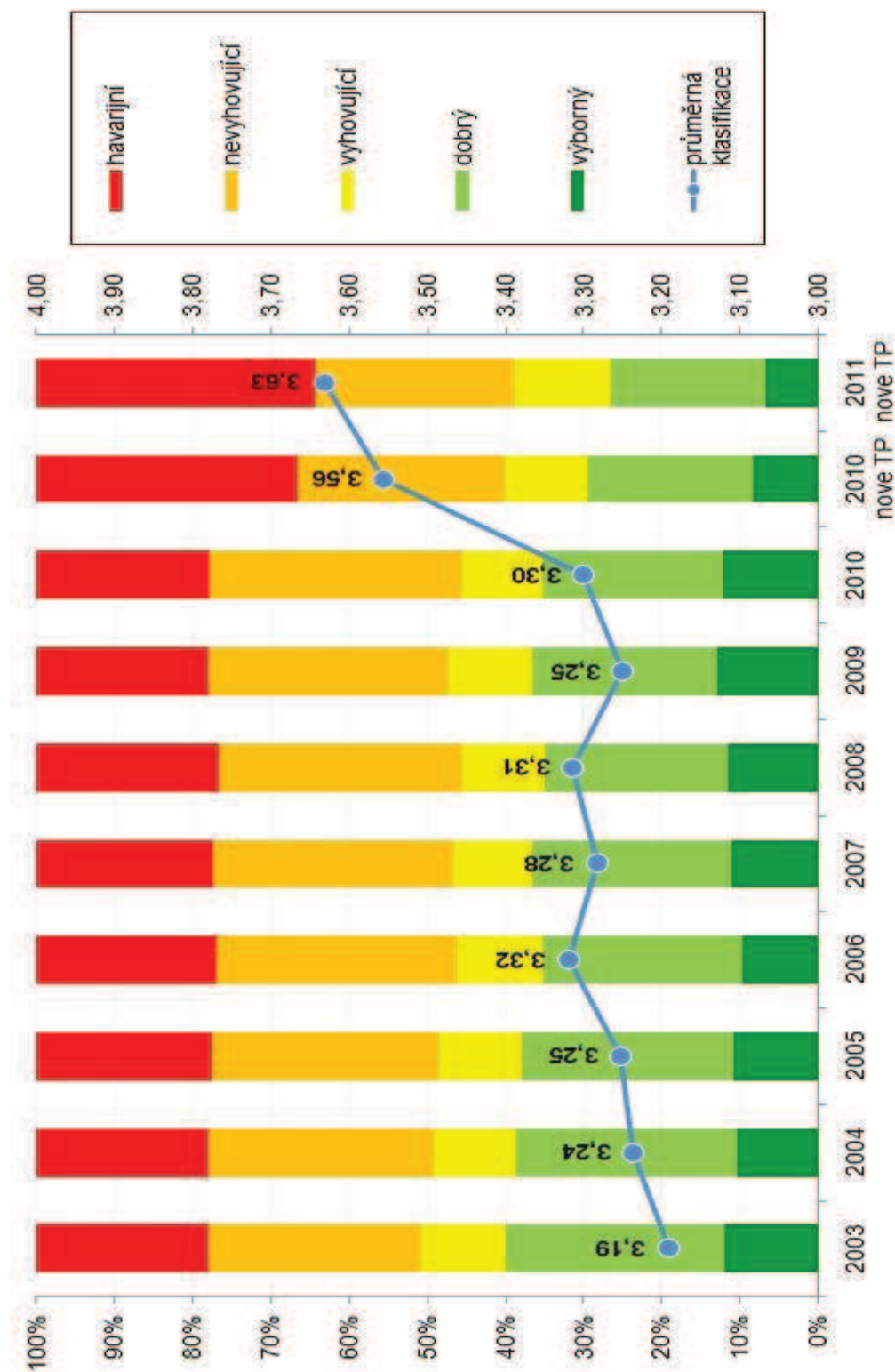
(data zpracována v letech 2003-2010 z 8 krajů = 24 800 km)



Graf č. 4 – Stav povrchu vozovek dle krajů v roce 2010 [7]

4.9 Vývoj stavu povrchu vozovek

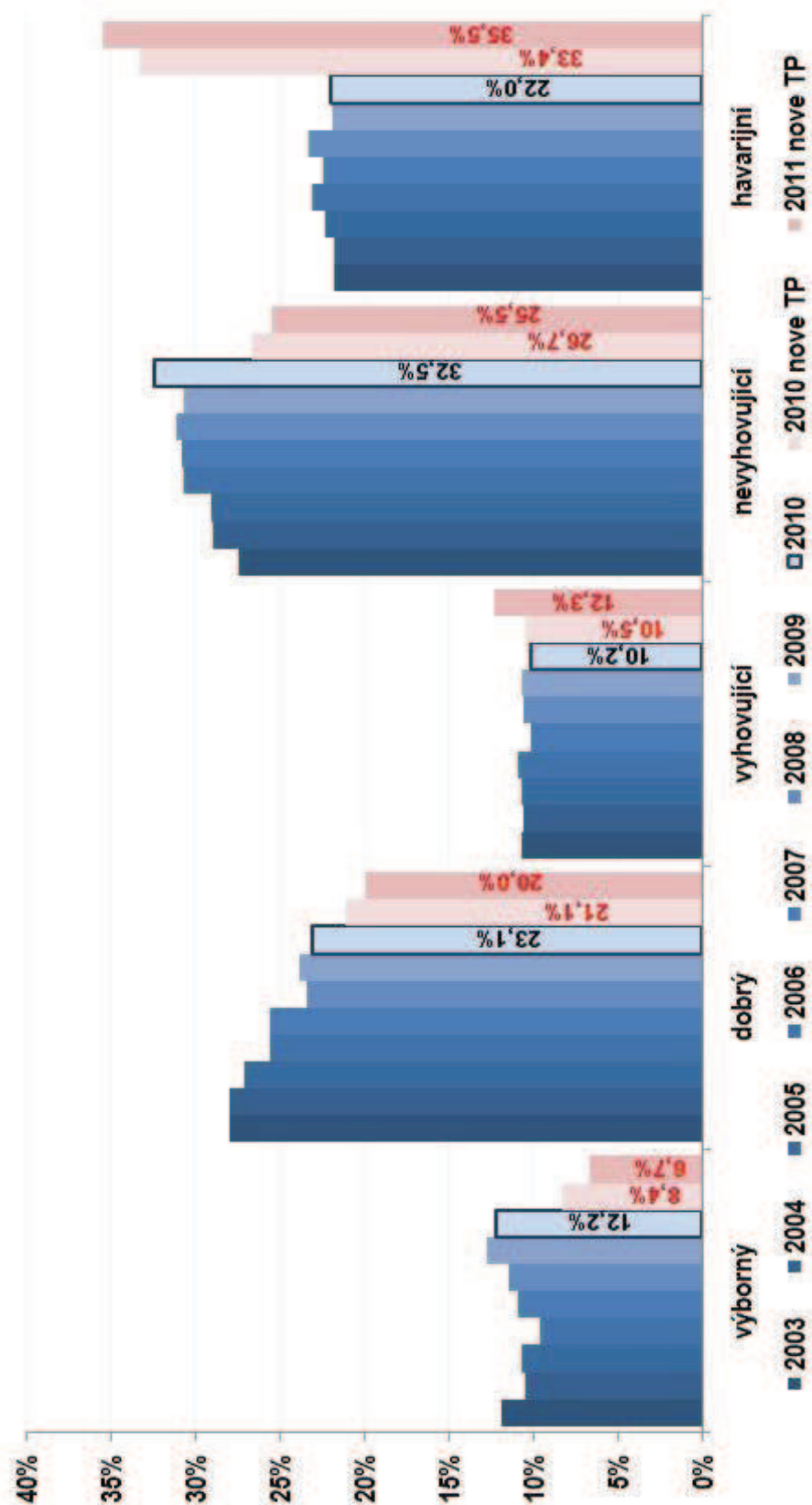
(data zpracována v letech 2003-2011 z 9 krajů = 24 800 km)



Graf č. 5 – Vývoj stavu povrchu vozovek [7]

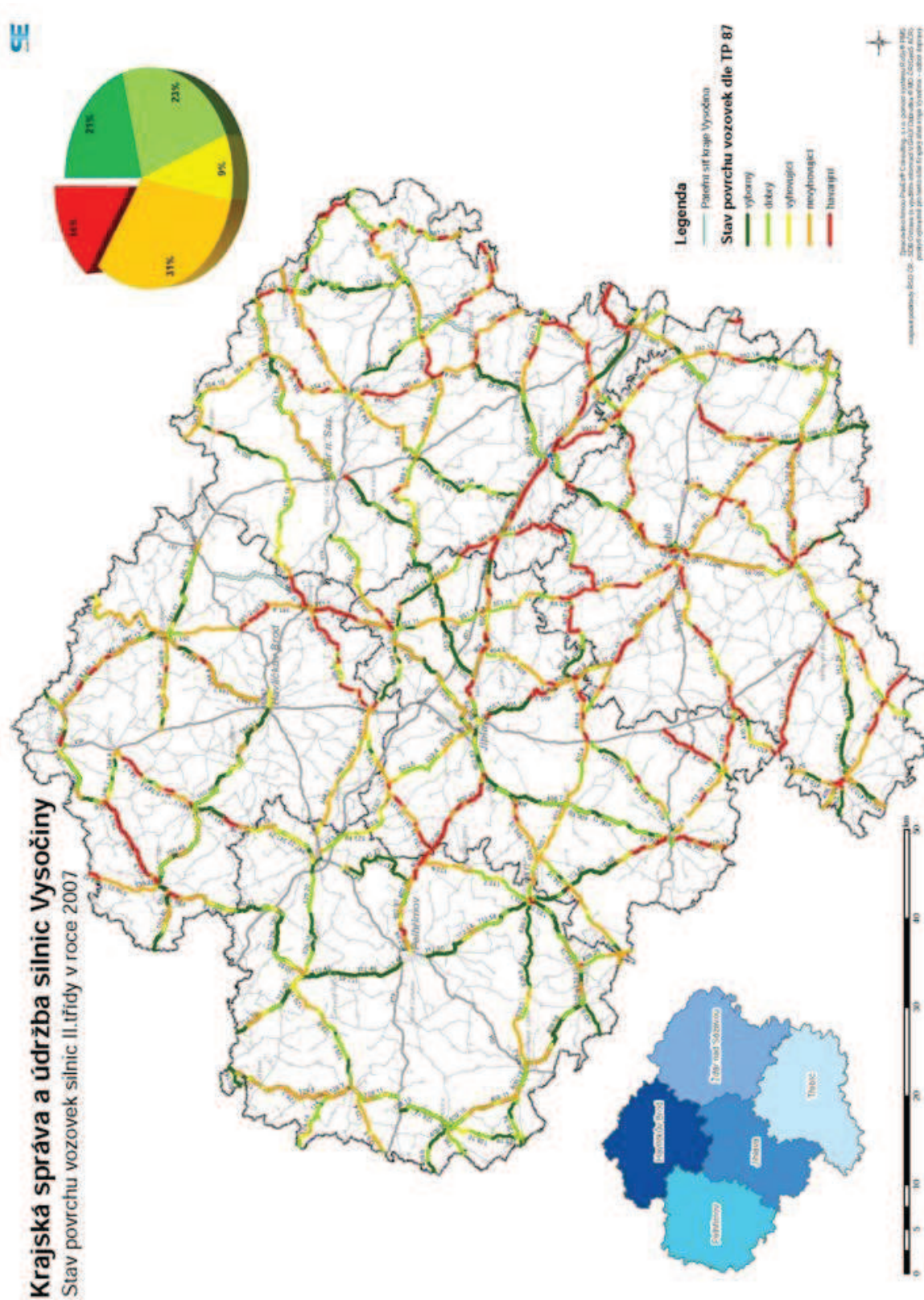
4.9.1 Vývoj stavu povrchu vozovek v jednotlivých kategoriích

(data zpracována v letech 2003-2010 z 9 krajů = 24 800 km)



Graf č. 6 – Vývoj stavu povrchu vozovek v jednotlivých kategoriích [7]

4.9.2 Stav povrchu vozovek silnic II. třídy – kraj Vysočina



Obr. č. 22 – Stav povrchu vozovek silnic II. třídy – kraj Vysočina

5. PROBLEMATIKA FINANCOVÁNÍ ÚaO PK

5.1 Zdroje financování silniční infrastruktury

Vedle zásadních problémů v majetkoprávních otázkách a procesních podmínkách rozhodovacích aktů při výstavbě je klíčovým problémem zajištění financování silniční infrastruktury jak z hlediska míry investic a provozních zdrojů, tak z hlediska dlouhodobosti a stability těchto zdrojů.

Stát zajišťuje tyto zdroje financování výlučně prostřednictvím daňového systému s přerozdělovací funkcí státního rozpočtu.

Daňová zátěž plátců se v uplynulých 10 letech výrazně zvýšila. Protože se však ve stejném období ještě rychleji zvýšila přerozdělovací funkce státního rozpočtu pro užití těchto výnosů v jiných sektorech, dlouhodobě rostoucí výdaje na silniční infrastrukturu tedy nejsou plně pokrývány z těchto zdrojů, a proto dochází k růstu vnější zadluženosti ČR zrychlující se tendencí. Ani tyto rostoucí výdaje však neodpovídají potřebám, proto velmi dramaticky roste vnitřní zadlužení celé silniční sítě ve formě snižování její hodnoty a funkcionality. Tyto faktory přímo vedou vzhledem k multiplikačním efektům dopravy ke snížení konkurenceschopnosti ČR a ke snížení stability rozvoje celé společnosti.

V letech 2001 – 2010 se předpokládá výběr cca 817 miliard Kč, z toho přes 90% výběru je z daní nepřímých a méně než 10 % výběru je z přímých daní spojených s užitím malé části silniční sítě. Přímé náklady na výběr těchto daní na straně příjemce jsou odhadovány na cca 3,8 miliardy Kč (tj. 3,6 % z hodnoty výběru v cenové úrovni roku 2010), vyvolané daňově uznatelné náklady na straně plátců jsou odhadovány na cca 1,2 miliardy Kč, pozitivní externalita na straně plátců i příjemců jsou u nepřímých daní nulové, u přímých daní jsou nenulové s hodnotami v řádech desítek miliónů Kč.

Většina silnic je v majetku krajů, ale silné podfinancování je i věcí státu, neboť přiděl prostředků do SFDI je zcela nedostatečný, například velice nízký je podíl, který je příjmem SFDI z výnosu spotřební daně z uhlovodíkových paliv a maziv, který činí 9,1%, což znamená příjem kolem 7,5 miliardy korun ročně. Ve srovnání s jinými vyspělými státy nedosahuje ani poloviny. Kraje tak řeší situaci různými omezeními pro vjezd dopravy bez toho, aby se zasadily o vybudování obchvatů měst.

Celkově se od motoristů a provozovatelů silničních vozidel vybere na daních a poplatcích přes 100 miliard korun ročně. Daňové zatížení českých silničních dopravců je v současné době na hranici únosnosti, neboť například mýtné jen těžko promítají do cen

přepraveného. Další zpoplatnění silniční sítě je třeba vážit i s ohledem na efektivnost výnosu pro stát a nikoliv jen výhodností pro provozovatele. Je nutné posílit kontroly veškerých stavebních prací v silniční infrastruktuře a to nejen při přejímce, ale zvláště před koncem sjednané záruční lhůty a důsledně požadovat odstranění všech zjištěných nedostatků [6].

5.2 Čerpání rozpočtu SFDI za rok 2011

Státní fond dopravní infrastruktury v roce 2011 uvolnil na výstavbu dopravní infrastruktury celkem 60,85 mld. Kč. Překročeno bylo čerpání u tzv. národních zdrojů, a to zejména díky tomu, že se v průběhu roku podařilo získat účelové dotace, které navýšily původně rozpočtovaný národní rámec ve výši 33 mld. Kč. Tato skutečnost zároveň umožnila část národních zdrojů využít místo povoleného čerpání úvěru Evropské investiční banky. Díky tomu se snížila nutnost přijetí úvěru v plné původně povolené výši. Čerpání zdrojů EU, zejména operačního programu Doprava, bylo překročeno o téměř 2 mld. Kč oproti původně schválenému rámci [9].

Podrobněji viz tabulka:

	v mld. Kč	
	Rozpočet schválený PSP ČR pro rok 2011	Skutečnost k 31.12.2011
Národní prostředky*	32,679	36,477
Zdroje EU (zejména OPD)	18,044	19,943
Úvěr EIB	10,214	4,429
Celkem	60,937	60,849

*nezahrnuje aparát SFDI, tj. zejména prostředky na výrobu a distribuci dálničních kupónů.

Tab. č. 3 – Čerpání rozpočtu SFDI za rok 2011 [9]

5.3 Plán údržby a oprav

Prvním krokem k sestavení pokladů pro plán údržby a oprav je sběr poruch povrchu vozovek. Po detailním zpracování dat sběru poruch je provedena sumarizace poruch na dílčích úsecích se stejným charakterem porušení odpovídající i předpokládané stejné technologii údržby, resp. opravy. Na vybraných úsecích je možné doplnění těchto dat o

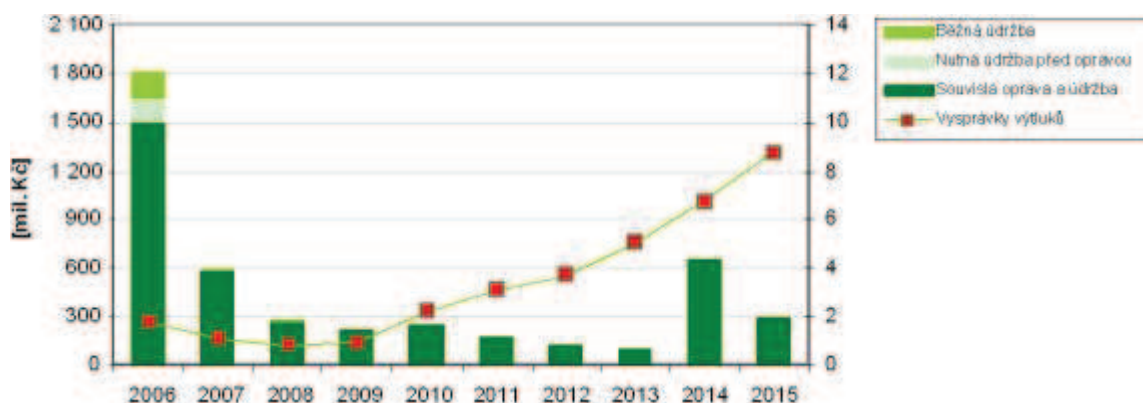
parametr únosnosti, případně další parametry, které mají být při objektivním návrhu technologie opravy zohledněny (drsnost, nerovnost, nehodové úseky atd.).

Výpočet plán údržby a oprav je prováděn v souladu s TP 87 Navrhování údržby a oprav vozovek. Plán je zpravidla střednědobý (10ti-letý) a je zpracován ve dvou úrovních:

- Finanční plán – optimální opatření v optimálním čase bez omezení finančních prostředků
- Rozpočet – optimalizované opatření v rámci dostupných finančních prostředků s hodnocením dopadů na silniční síť [4].

5.3.1 Finanční plán

Výpočet je proveden tak, že každému úseku je dle jeho významu daného třídou silnice, dopravní zatížení, případně dalšími prioritami a dle typu a rozsahu porušení přiřazena jedna nebo více technicky odpovídajících technologií údržby nebo opravy a podle ekonomických kritérií (obdobně jako u modelů HDM III a IV - poměr cena/výkon – C/B, návratnost investic – IRR, čistá aktuální hodnota – NPV) je vybrána jedna nejvhodnější. Souhrn nákladů na celou síť silnic je pak uveden v jednotlivých letech plánovacího období. Tento technicko-ekonomický optimalizovaný plán vyjadřuje skutečné potřeby údržby a oprav silniční sítě včetně jejich cykličnosti (pokud je životnost opatření např. 4 roky, je nutno v desetiletém plánu počítat s dalšími náklady na opatření v pátém roce, atd.). V praxi většinou slouží ke strategickým rozhodnutím o úvěrech, možnosti využití fondů pro financování oprav silnic nebo ke korekcím rozpočtů pro údržbu a oprav vozovek [4].



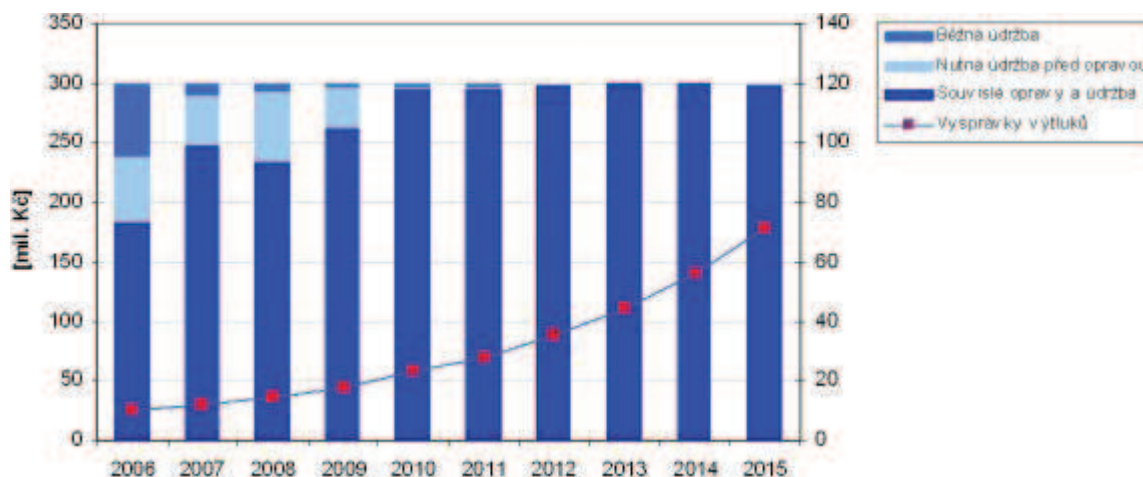
Graf č. 7 - Ukázka grafu finančního plánu [4]

5.3.2 Rozpočet

Vychází z návrhu technologií údržby a oprav ve finančním plánu, zohledňuje však limit finančních prostředků, které má správce/vlastník sítě pozemních komunikací k dispozici v rámci rozpočtu. Do rozpočtu jsou úseky zařazovány podle významu (třída, dopravní zatížení) a podle stavu.

Při sestavování rozpočtu dochází ke třem situacím:

- optimální technologie na daném úseku se „vejde“ do rozpočtového limitu přímo v roce, kdy je provedení této technologie optimální,
- optimální technologie na daném úseku se nevejde do rozpočtového limitu v optimálním roce – program vybere levnější řešení v rámci plánu nebo opatření přesune do následujícího roku; v roce, kdy opatření mělo být provedeno je tento úsek označen jako „rizikový“,
- optimální ani variantní technologie se do rozpočtu „nevejde“ v žádném roce plánovacího období, úsek je „rizikový“ po celé plánovací období, pro zařazení úseku do plánu oprav je nutno navýšit rozpočet nebo akceptovat „riziko“ [4].



Graf č. 8 - Ukázka grafu rozpočtu [4]

5.4 Kritéria pro srovnání rozpočtu s finančním plánem nebo pro hodnocení úspěšnosti rozpočtu

5.4.1 Stanovení délky rizikových úseků

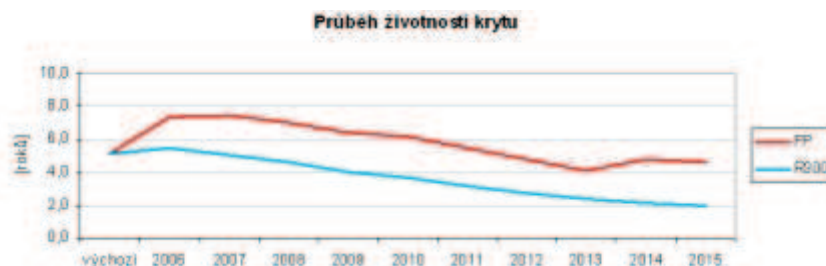
Stanovení délky „rizikových“ úseků, to je takových úseků, které by vzhledem k jejich stavu a významu bylo třeba dle optimálního plánu opravit, ale v rámci rozpočtu se na tento úsek během celého plánovacího období nenajdou potřebné finanční prostředky - úsek nesplňuje požadavky provozní způsobilosti a mohou na něm vzniknout takové poruchy, které nebude možno opravit běžnými technologiemi údržby a oprav.

Pozn.: v rámci finančního plánu-optimálního řešení rizikové úseky nevzniknou [4].



Graf č. 9 – Průběh rizikových úseků [4]

5.4.2 Stanovení průměrné životnosti povrchu vozovky



Graf č. 10 – Průběh životnosti krytu [4]

5.4.3 Stanovení vývoje hodnoty vozovek

Stanovení vývoje hodnoty vozovek, jak ve srovnání s finančním plánem, resp. jinou variantou rozpočtu, tak i ve vztahu k počátečnímu stavu

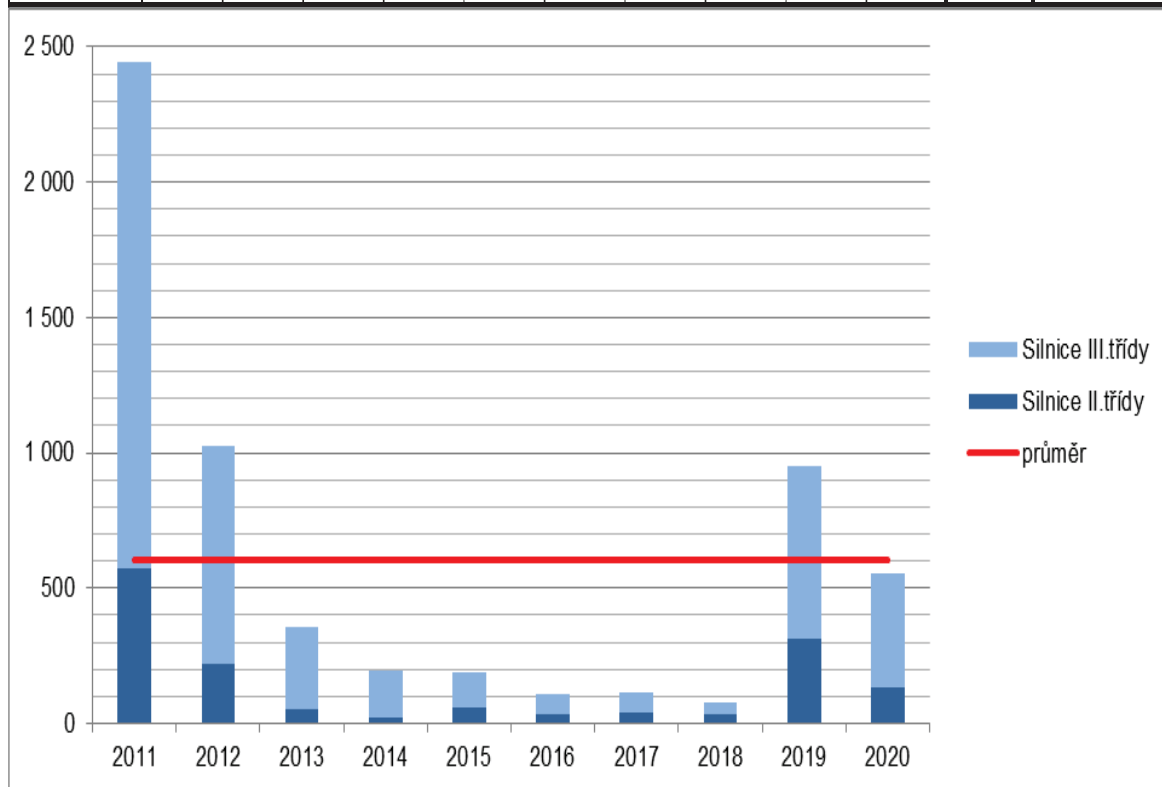


Graf č. 11 – Průběh hodnoty vozovek [4]

Uvedené příklady zpracovávají pouze náklady na vozovky pozemních komunikací, nezahrnují opravy mostů a ostatních objektů ani další náklady na diagnostické a projekční práce. Případná doplňující diagnostika vozovek (měření únosnosti, měření nerovností, vývrty, laboratorní zkoušky) na úsecích předem vytipovaných k opravě v časovém horizontu 1 - 3 roky je nanejvýš vhodná zejména pro zjištění tloušťek vrstev stávající konstrukce vozovek a stanovení únosnosti vozovky pro dané dopravní zatížení, což může významně ovlivnit návrh technologie optimální opravy [4].

5.5 Plán optimálního financování ÚaO

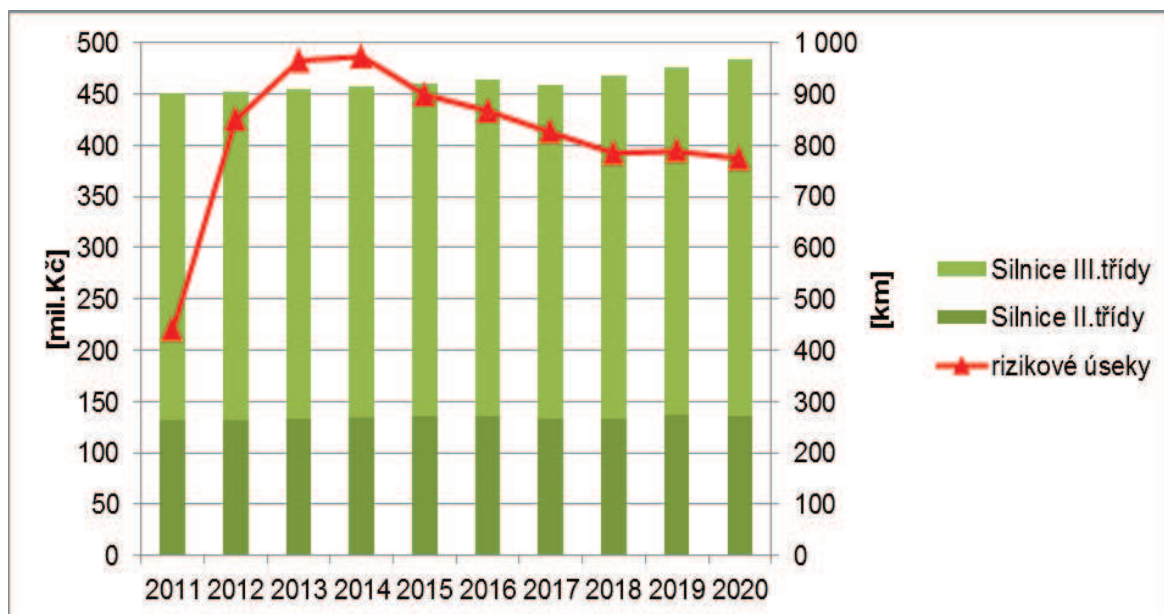
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Celkem	tis. Kč/km/rok
Silnice II.třídy	574,8	219,1	52,5	23,0	61,3	33,0	43,1	33,9	310,7	131,7	1 483,0	162,4
Silnice III.třídy	1 866,0	804,3	304,0	172,1	128,6	73,5	72,3	45,5	641,6	423,8	4 531,7	203,9
Celkem	2 440,8	1 023,5	356,5	195,1	189,9	106,5	115,3	79,3	952,3	555,4	6 014,7	191,8



Graf č. 12 – Plán optimálního financování ÚaO [7]

5.6 Plán ÚaO s omezeným rozpočtem

v mil.Kč	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Celkem
Silnice II.třídy	131,7	132,5	133,2	134,2	135,9	136,0	132,8	133,7	136,6	135,6	1 342,1
Silnice III.třídy	319,6	320,2	321,9	323,2	324,7	328,1	326,5	333,7	339,8	347,8	3 285,7
Celkem	451,4	452,7	455,2	457,4	460,6	464,0	459,4	467,5	476,4	483,3	4 627,8



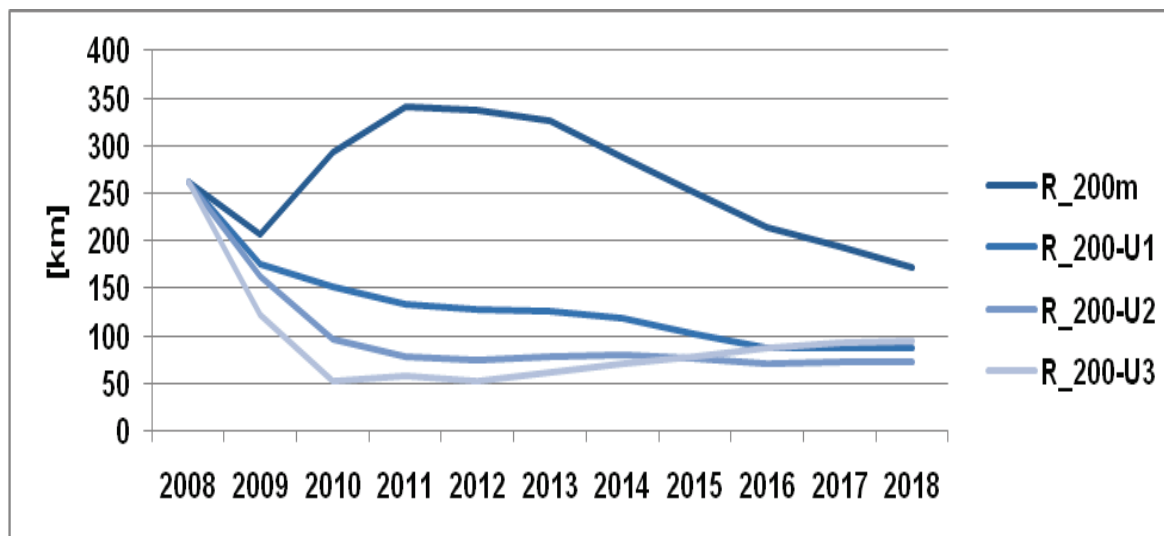
rizikové úseky (neopravené v rámci rozpočtu) v km

Silnice II.třídy	58	130	176	196	206	198	181	167	166	163	18%
Silnice III.třídy	383	719	789	777	692	669	644	618	622	611	27%
Celkem	441	849	965	973	898	867	825	785	788	774	25%

Graf č. 13 – Plán s omezeným rozpočtem [7]

5.7 Příklad financování pomocí úvěru

	Rok										CELKEM mil.Kč	Úvěr mil.Kč	roční splátka + úrok 8%	Čerpání úvěru		
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018				2009	2010	2011
R 100m	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	1 000					
R 200m	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	2 000			0	0	0
R 200m-Uv1	428	328	228	128	128	128	128	128	128	128	1 880	600	72	300	200	100
R 200m-Uv2	592	392	192	92	92	92	92	92	92	92	1 820	900	108	500	300	100
R 200m-Uv3	868	268	168	68	68	68	68	68	68	68	1 780	1100	132	800	200	100
R 300m	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	3 000					
FP	989	143	94	74	64	60	76	52	231	228	2 011					



Graf č. 14 – Financování pomocí úvěru [7]

6. ZÁVĚR

6.1 Stav pozemních komunikací v ČR

Technický stav pozemních komunikací v ČR je na katastrofální úrovni. Ve zvláště špatném technickém stavu se nacházejí silnice II. a III. třídy, jež jsou značně ovlivňovány rozdílným přístupem k zajišťování údržby a oprav a jejich financování. Měřením stavu povrchu vozovek silnic II. a III. třídy z 8 krajů bylo zjištěno, že 33% je v nevyhovujícím stavu a 22% v havarijním stavu. Negativní vývoj stavu povrchu vozovek jednoznačně ukazuje na blížící se havarijní stav, kupříkladu v roce 2011 se tak jedná už o 35,5% silnic II. a III. třídy z 9 krajů oproti 25,5% z roku 2010.

6.2 Hodnocení alternativ financování

Samotný úvěr bez následného (i postupného) navýšení finančních prostředků na údržbu a opravy vozovek nepřináší trvale zlepšení stavu silniční sítě komunikací. Jako možné zdroje financování se nabízejí:

- Fondy
 - jen pro vybrané akce,
 - složitější agenda
- Dodavatelský leasing
 - možné vyšší celkové náklady,
 - dlouhodobá smlouva s dodavatelem
- Rozpočet
 - závislý na příjmové stránce,
 - zvýšení pouze na úkor jiných kapitol
- Efektivita vynakládání finančních prostředků
 - výběrem vhodných úseků z podkladů SHV,
 - zodpovědným projektem podpořeným diagnostikou,
 - návaznosti financování – dostupnost v čase a výši,
 - výběrem zhotovitele – „kvalita je důležitější než cena“,
 - kontrolou provedených prací – dozor investora
 - kontrolou a vyhodnocením záručních vad (SHV)
 - průběžným sledováním vývoje stavu vozovek = SHV [7].

Jako jediné možné řešení pro zajištění trvalého zlepšení stavu silniční sítě se nabízí navýšení rozpočtu a efektivní vynakládání finančních prostředků.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY:

- [1] VALENTIN, Jan; MÁROVÁ, Eva. Alternativní přístupy ke zlepšení způsobu zajištění správy a údržby pozemních komunikací II. a III. třídy. *Konference asfaltové vozovky 2011*. 2011 [cit. 2012-04-27].
- [2] VARAUS, Michal. Je možné zlepšit stav netuhých vozovek v České republice? *Konference asfaltové vozovky 2011*. 2011 [cit. 2012-04-27].
- [3] NEKULA, Leoš; NEUVIRT, Martin; NEUVIRT, Václav; STRYK, Josef. Školení technických norem a předpisů STEPS. *STEPS – 3 Údržba a opravy vozovek, povrchové vlastnosti vozovek*. 2010 [cit. 2012-04-27].
- [4] PavEx Consulting, s.r.o. [online]. 2010 [cit. 2012-04-27]. Dostupné z WWW:<<http://www.pavex.cz/rosy-popis.htm>>
- [5] MALIŠ, Luděk. Systém hospodaření s vozovkou RoSy® PMS. 2011 [cit. 2012-04-27]
- [6] *Technická platforma, Silniční doprava*. [online]. 2010 [cit. 2012-04-27]. Vize silniční dopravy v roce 2030. Dostupné z WWW:<<http://www.tpsd-ertrac.cz/file/vize-silnicni-dopravy-v-roce-2030-prac-skupina-1/>>
- [7] MALIŠ, Luděk. RoSy® PMS, Systém hospodaření s vozovkou. prezentace 2012 [cit. 2012-04-27]
- [8] NEUVIRT, Pavel. Diagnostika vozovek – Proč? *Konference asfaltové vozovky 2009*. 2009 [cit. 2012-04-27].
- [9] Státní fond dopravní infrastruktury. [online]. 2012 [cit. 2012-04-27]. Tisková zpráva čerpání rozpočtu SFDI za rok 2011. Dostupné z WWW:<http://www.sfdi.cz/CZ/pdf/2012_tz_01.pdf>
- [10] Technické podmínky MD č. 87 Navrhování údržby a oprav netuhých vozovek
- [11] Technické podmínky MD č. 82 Katalog poruch netuhých vozovek